

ISABEL CRISTINA MORAES DABAGUE

**RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE
RIZOMAS DE GENGIBRE (*Zingiber officinale* Roscoe) SOB
DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA E PERÍODOS DE SECAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Cícero Deschamps

CURITIBA

2008

Dedico

*Aos meus pais,
esposo e filhos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me permitir estar aqui e agora, pela saúde, capacidade e dom recebidos.

Sou muito grata aos meus pais Geraldo e Cicília pela oportunidade de existir e pela educação tão carinhosa recebida.

Agradeço ao meu esposo Ricardo pelo amor e incentivo em todos os momentos. Pela minha filha Juliana e meu filho Leonardo pela compreensão e carinho na caminhada.

Agradeço aos meus mestres e professores que auxiliaram no meu crescimento e conhecimento.

Sou imensamente grata ao meu orientador e professor Dr. Cícero Deschamps por acreditar na minha capacidade, por sua paciência e amizade.

Aos colegas de laboratório Allan Souza, Caroline Garbuió, Rodrigo Monteiro, Magda Masetto e Luciana Castro pela ajuda nos experimentos e pelas experiências compartilhadas. Aos funcionários Maria Emilia (Laboratório de Fitotecnia) e Lucimara Antunes (Secretaria do Programa de Pós Graduação em Agronomia).

Aos responsáveis pelo LCAUT ets (Laboratório de Análise de Combustíveis Automotivos) Lilian Côcco e professores Agnes de Paula Scheer e Carlos Itsuo Yamamoto, pela realização das análises de óleo essencial.

Aos amigos e a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, muito agradecida!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Isabel Cristina Moraes Dabague, filha de Geraldo Pires de Moraes e Cicília Ferreira de Moraes, nascida em Leme, Estado de São Paulo, em 23 de setembro de 1959. Casada com Ricardo Dabague, tendo uma filha, Juliana Cristina Moraes Dabague e um filho, Leonardo Augusto Moraes Dabague.

Cursou os primeiros onze anos de ensino básico em Leme. Em 1980 recebeu o diploma do Curso de Licenciatura Plena em Pedagogia com Habilitação em Magistério: Formação de Professores para Deficientes Mentais, pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, São Paulo. Entre 1986 a 1988 cursou língua alemã na escola Volkhochschule e Hümmel Spracheninstitut na cidade de Stuttgart, Alemanha.

Em 2005 recebeu o certificado de conclusão do Curso Livre de Naturologia Aplicada, pela Faculdade Integrada Espírita, Curitiba, Paraná. Em 2006 concluiu o Curso de Pós Graduação *Latu Sensu* em Fitoterapia no Campus Universitário Bezerra de Menezes.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	iv
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT	ix
1 INTRODUÇÃO	1
2 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	3
2.2 DESCRIÇÃO BOTÂNICA.....	4
2.3 PLANTIO E TRATOS CULTURAIS.....	4
2.4 ÉPOCAS DE COLHEITA.....	5
2.5 SECAGEM	5
2.6 ÓLEO ESSENCIAL	6
REFERÊNCIAS.....	10
3 CAPÍTULO II RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE <i>Zingiber officinale</i> ROSCOE APÓS PERÍODOS DE SECAGEM.....	17
RESUMO.....	17
ABSTRACT	18
3.1 INTRODUÇÃO	19
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.2.1 Material vegetal	21
3.2.2 Extração de óleo essencial.....	23
3.2.2.1 Análise da composição do óleo essencial	24
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
3.3.1 Rendimento de Óleo Essencial	24
3.2.3 Composição do Óleo Essencial.....	26
3.4 CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS.....	30

4	CAPÍTULO III DESENVOLVIMENTO DE GENGIBRE (ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE), RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITAS	34
	RESUMO.....	34
	ABSTRACT	35
4.1	INTRODUÇÃO	36
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	37
4.2.1	Material vegetal	37
4.2.2	Determinação e análise do óleo essencial	38
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.3.1	Acúmulo de massa seca	39
4.3.2	Teor e Produtividade do Óleo Essencial	40
4.3.3	Composição do Óleo Essencial.....	41
4.4	CONCLUSÕES	44
	REFERÊNCIAS.....	45
5	CAPÍTULO IV CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	ANEXOS	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Descrição da produção e produtores de gengibre em Morretes, Paraná.	22
Tabela 2	Rendimento de óleo essencial ($\mu\text{L.g}^{-1}$ massa seca) de procedências de gengibre (<i>Zingiber Officinale</i> Roscoe) após períodos de secagem (Junho/2006), Curitiba-Pr, 2006.	25
Tabela 3	Constituintes majoritários do óleo essencial de procedências de gengibre conforme períodos de secagem. Curitiba, 2006.....	28
Tabela 4.	Descrição da produção e produtores de gengibre em Morretes, Paraná.	38
Tabela 5.	Acúmulo de massa seca total (g) de rizomas de gengibre (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe), de três procedências em função das três épocas de colheita, Curitiba-PR, 2007.....	39
Tabela 6.	Teor de óleo essencial ($\mu\text{L.g}^{-1}$ massa seca) de três procedências de gengibre	40
Tabela 7.	Produtividade (L.ha^{-1}) de óleo essencial de rizoma de gengibre (<i>Zingiber Officinale</i> Roscoe) de três procedências em três colheitas (Abril, Maio, Junho). Curitiba, 2007.....	41
Tabela 8.	Constituintes do óleo essencial do rizoma de gengibre (<i>Zingiber Officinale</i> Roscoe) de três procedências em três épocas de colheita. Curitiba-Pr, 2007.	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Rizomas (A) e inflorescências de gengibre (B) cultivado em Morretes, Pr.	4
Figura 2. Biossíntese dos terpenos. (Fonte: Taiz e Zeiger, 2004).....	8
Figura 3. Estruturas químicas dos compostos do óleo essencial do rizoma de gengibre.	9
Figura 4. Rizomas de gengibres deixados secar em temperatura ambiente no Laboratório de Ecofisiologia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo (Ufpr), Curitiba, 2006.....	23

RESUMO

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é uma planta aromática com aplicação nas indústrias alimentícias, cosmética e fitoterápica. Apesar da importância econômica, vários aspectos relacionados à produção e armazenamento desta espécie aromática carecem de tecnologia adequada. Este trabalho teve como objetivo avaliar o teor e composição do óleo essencial de rizoma de gengibre em diferentes épocas de colheitas e períodos de secagem. As amostras foram coletadas em propriedades rurais do município de Morretes, PR. Na avaliação do efeito dos períodos de secagem utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5, avaliando o comportamento de cinco procedências e cinco períodos de secagem (0, 15, 30, 45 e 60 dias) em junho de 2006 em temperatura ambiente com quatro repetições (quatro plantas por repetição). Para avaliar o efeito da época de colheita, foram coletadas amostras em abril, maio e junho de 2007. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 3, referente à três procedências e três épocas de colheita com quatro repetições (quatro plantas por repetição). As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação em aparelho graduado Clevenger durante três horas e a análise do óleo essencial por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas. Os resultados demonstram que a secagem de gengibre em temperatura ambiente por até 60 dias não resulta em diminuição de teor de óleo essencial em todas as procedências. O geranial e o neral apresentaram maior concentração em todas as procedências e aumentaram seus teores com os períodos de secagem. Os teores de geraniol, acetato de geranila e β -bisaboleno diminuíram com os períodos de secagem. Os teores de eucaliptol, canfeno e zingibereno não apresentaram mesma resposta em relação aos períodos de secagem. As colheitas das procedências de gengibre avaliadas no município de Morretes podem ser antecipadas para maio, seja para fins de consumo *in natura* ou para a exploração comercial do óleo essencial. Embora o teor de óleo essencial de rizomas de gengibre colhidos no mês de abril foi superior nas procedências avaliadas em relação aos meses de maio e junho, a produtividade foi superior em maio e junho devido ao maior acúmulo de biomassa de rizomas. Os constituintes geraniol, acetato de geranila e geranial tiveram seus teores reduzidos quando a colheita foi realizada em junho.

Palavras-chave: Geranial, geraniol, neral, acetato de geranila.

ABSTRACT

The ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) is an aromatic plant used in food, cosmetic and phytotherapy industries. Although its economical importance, some aspects related its production and storage lack of adequate technology. This work had as objective of evaluate the yield and composition of the essential oil of rhizomes of ginger during different periods of drying and harvesting times. The samples were collected from small farms of Morretes, PR. To evaluate the effect of the periods of drying, the used experiment design was completely randomized in a 5 x 5 factorial design, consisting of five ginger origins and five periods of drying (0, 15, 30, 45 and 60 days) in June of 2006 at ambient temperature with four repetitions (four plants by repetition). To monitor the effect of the harvesting time, samples were collected in April, May and June of 2007. An completely randomized experimental design was used in a 3 x 3 factorial design, consisting of three ginger origins and three harvesting times, with four repetitions (four plants for repetition). The essential oil extractions were carried out by hydrodistillation using a graduated Clevenger apparatus during three hours and the analysis of the essential oil composition was analyzed by gas chromatography coupled to a mass spectrometer. The drying of ginger at room temperature for up to 60 days did not result in reduction of essential oil yield in all evaluated origins. The results showed that the ginger harvesting can be anticipated for May at Morretes conditions for both in nature or essential oil production. The geranial and the neral have presented greater concentration in all the origins and increased its contents with the periods of drying. The content of geraniol, geranyl acetate and β -bisabolene have decreased with the periods of drying. The eucalyptol, camphene and zingiberene contents have not presented same response during the periods of drying. Although the essential oil yield from rhizomes harvested in April was higher than those harvested in May and June, the productivity was great in May and June because of the highest rhizome mass accumulation. The constituent neral, zingiberene, camphene, geraniol, β -phellandrene and β -bisabolene have increased during the harvesting times. The constituent geranial, geraniol, geranyl acetate and eucalyptol decreased when the harvest was carried out at June.

Word-key: Geranial, geraniol, neral, geranyl acetate.

1 INTRODUÇÃO

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é natural do sudeste asiático, sendo utilizado nas milenares cozinhas chinesa e indiana e apreciado no mundo moderno. O rizoma é comercializado fresco, seco, picado, em conserva, cristalizado, em pó ou óleo essencial e possui sabor picante e levemente agridoce (PANIZZA, 2001; BOLETIM, 2004; BOLETIM, 2005; NEGRELLE et al., 2005; ELPO e NEGRELLE, 2006).

Embora o gengibre se destaque pela aplicação na indústria de alimentos como conservante natural (BEAL, 2006), também é utilizado na dieta alimentar devido às suas atividades antiinflamatórias, antieméticas, anti-náusea, antimutagênica, desintoxicante alimentar, anti-úlceras, hipoglicêmica, bactericida e tônico geral (YOSHIKAWA et al., 1994; BULLETIN, 2003; MENEZES JR, 2004; SACCHETTI, 2004; GEIGER, 2005; FERNANDES, 2006; ZHOU et al., 2006; SUKLA, 2007). Estas propriedades devem-se principalmente à presença de óleos essenciais que se acumulam nos rizomas.

Atualmente, Índia e China são os maiores produtores, sendo que no Brasil a produção resulta na exportação, segundo ALMEIDA (2007), de 7 mil toneladas/ano, ao preço médio de US\$ 0,7/kg. Os principais estados produtores são: Espírito Santo, São Paulo (4.000 ton.), Paraná (1.200 ton.) e Santa Catarina (300 ton.) (GARCIA, 2006).

No Estado do Paraná, a produção de gengibre concentra-se nos municípios de Guaratuba, Morretes e Paranaguá que respondem por 96% da produção estadual (ANDREATA, 2005), no entanto, parte desta produção não atende a classificação para a exportação e é comercializada no mercado interno a preços inferiores.

Considerando a demanda da indústria nacional que atualmente importa óleos essenciais de gengibre, os rizomas sem classificação poderiam ser utilizados para atender esta demanda, resultando em maior agregação de valor à atividade, propiciando maior retorno econômico para os agricultores.

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o teor e a composição do óleo essencial de rizomas do gengibre de diferentes procedências após períodos de secagem a temperatura ambiente e em função de épocas de colheitas.

O capítulo I apresenta a revisão de literatura com a descrição botânica, importância econômica, plantio, colheita, secagem e óleo essencial de *Zingiber officinale* Roscoe.

O capítulo II refere-se à avaliação do efeito de períodos de secagem em temperatura ambiente no teor e composição do óleo essencial de diferentes procedências de *Z. officinale* Roscoe cultivado em propriedades rurais do município de Morretes, PR.

O capítulo III apresenta a avaliação do teor e composição do óleo essencial de rizomas de *Z. officinale*, em amostras coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2007.

Finalmente, no capítulo IV são discutidos os aspectos relacionados ao potencial de utilização de rizomas de gengibre para a produção de óleos essenciais.

2 CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A área de cultivo mundial de gengibre é de aproximadamente 320 mil hectares, com uma produção de 800.775 toneladas, comercializada a 185 milhões de dólares (NEGRELLE, 2005; HERBS & SPICES, 2006). O comércio de gengibre é feito *in natura*, em conserva, cristalizado, seco e em pó (ELPO e NEGRELLE, 2004; NEGRELLE, 2005). Há também a comercialização de derivados do gengibre, como óleo essencial e óleo-resina que, segundo KOROCH (2007), estão acima de 28.200 toneladas/ano, sendo produzidos na China e países africanos. No Havaí, a produção é de aproximadamente 820 toneladas e o valor total da exportação desta produção é estimado em US\$ 2,9 milhões (MORITA, 2008).

São Paulo, Paraná, Espírito Santo e Santa Catarina estão entre os principais estados brasileiros produtores de gengibre (ALMEIDA, 2007). Segundo o Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior - Secretaria de Comércio Exterior, as exportações de gengibre nos últimos anos (2005/2008) apresentaram estabilidade (MDIC/ALICEWEB, 2008). De 1996 a 2006, o Estado de São Paulo exportou em média 4 toneladas/ano de gengibre, com preços médios praticados em torno de US\$ 0,80/kg (ALMEIDA, 2007). A cultura de gengibre iniciou no Estado do Espírito Santo há, aproximadamente, dez anos, atualmente ocupando 320 hectares com 60% da produção brasileira e exportação para os mercados da Europa, Canadá e Estados Unidos (ZEPPER, 2006; RIBEIRO, 2008).

Na safra 2004/2005, o Departamento de Economia Rural (DERAL), da Secretaria do Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (SEAB) registrou produção estadual de 1.579 toneladas com valor de R\$ 3.106.334,00 (ANDRETTA, 2005). A cultura de gengibre, na safra 2005/2006, ocupou uma área de 300 ha no Paraná, representando um aumento de 20,5% da área plantada em relação à safra anterior (ANDRETTA, 2005; NEGRELLE, 2005). Morretes, maior produtor de gengibre paranaense, adota o sistema convencional e orgânico, exportando para países da Ásia e da Europa. Na safra 2005/2006 o Paraná negociou 540 toneladas ofertadas ao mercado interno e externo. Nesse mesmo período, Guaraqueçaba e Morretes negociaram com o mercado externo 300 toneladas de gengibre orgânico, produzido por pequenos produtores (ALMEIDA, 2007).

2.2 DESCRIÇÃO BOTÂNICA

A família Zingiberaceae apresenta distribuição em áreas tropicais e semi-tropicais, incluindo cerca de 50 gêneros e 1100 espécies. Do ponto de vista econômico destaca-se o *Zingiber officinale*, com rizomas aromáticos (SOUZA, 2005).

O gengibre é uma planta herbácea aromática, perene, de rizoma articulado, septante, carnoso, revestido de epiderme rugosa, de onde desenvolve o caule aéreo (JOLY, 2002). Na parte inferior, possui muitos rizomas cilíndricos, horizontais, distribuídos lateralmente, com ramificações situadas num mesmo plano, digitiformes, no vértice das quais se encontram cicatrizes do caule foliáceo de 14 a 16 cm de comprimento por 4 a 20 mm de espessura (Figura 01- A).

As flores são hermafroditas, com coloração amarelo-esverdeada. As brácteas florais orbiculares possuem cálice e corola denteados que envolvem uma só flor (Figura 01 - B). O fruto é uma cápsula que se abre em três lóculos e abriga sementes azuladas com albúmen carnoso (FERNANDES 2006).

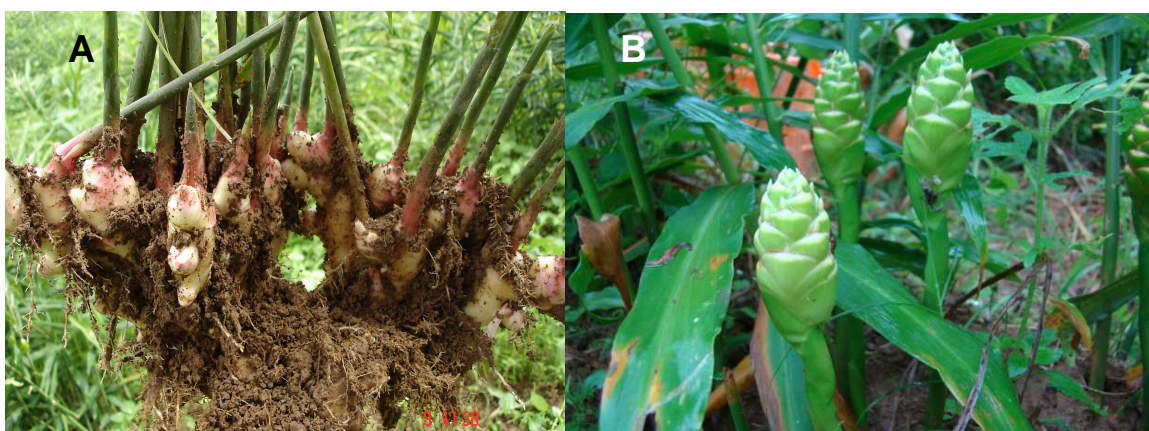


Figura 1. Rizomas (A) e inflorescências de gengibre (B) cultivado em Morretes, PR.

2.3 PLANTIO E TRATOS CULTURAIS

O plantio deve ser feito no início da estação das chuvas. Para o preparo do solo, normalmente é realizada uma aração profunda seguida de duas gradagens cruzadas, incorporando-se os restos culturais (EMBRAPA, 2001). O gengibre necessita de alguns tratos culturais, entre eles a amontoa, irrigação e o controle de pragas. O ciclo da planta varia de sete a dez meses e os rizomas estão no ponto de colheita quando as folhas começam a amarelar (MENDES, 2005).

Segundo ELPO (2008) as principais pragas da cultura do gengibre em Morretes são a lagarta rosca (*Agrotis* sp.) com controle feito manualmente pelos agricultores, e os nematóides-das-galhas (*Meloidogyne incógnita* e *M. javanica*) para os quais não há estudo de controle e onde a sugestão é rotação de cultura, uso de sementes sadias ou ainda imersão de rizomas sementes em água quente (45 a 55° C) por 10 minutos.

Em Morretes, o plantio se realiza principalmente em agosto e setembro, podendo ser plantado até dezembro.

2.4 ÉPOCAS DE COLHEITA

A colheita das plantas alimentares, medicinais e aromáticas tem como objetivo uma produção de biomassa com maior teor de princípios ativos e compostos que conferem sabor para um melhor aproveitamento nas indústrias alimentícia, fitoterápica e cosmética. Assim, a definição da época ideal de colheita varia com a época do ano, o estágio de desenvolvimento da planta e com o órgão da planta onde estes princípios se concentram (FRANCO, 2007).

Os fatores determinantes na produção e composição de óleos essenciais são de origem genética e ambiental. Neste sentido, o efeito de condições edafoclimáticas interferindo na produção de óleo essencial tem sido relatado em diferentes espécies aromáticas (SILVA et al., 2003; CECILIO FILHO, 2004; SANTOS et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005; GOBBO-NETO e LOPES, 2007).

A colheita ocorre a partir de fevereiro, quando os rizomas apresentam-se macios, porém, com baixo peso, e se estende até junho/julho quando a produtividade é superior (PARANÁ, 2007).

2.5 SECAGEM

O processo de secagem permite a conservação das plantas mantendo suas qualidades físicas e químicas. No caso de espécies aromáticas, a secagem deve ser cuidadosa devendo-se considerar a estrutura de armazenamento e características voláteis dos constituintes dos óleos essenciais. CORREA et al. (2004) comparando diferentes métodos de secagem de *Vernonia polyanthes* observaram que a secagem

à sombra conservou o odor característico das folhas e resultou em maior teor de óleo essencial comparado à secagem em estufa.

Em um estudo com capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf) a secagem das folhas em desumidificador apresentou maior teor e composição do óleo essencial comparado à estufa mantida a 40°C (COSTA et al., 2005). No caso de *Ocimum selloi* Beth, a temperatura de 40°C é a recomendada (DAVID et al., 2006). A secagem em temperatura ambiente é lenta e deve ser conduzida à sombra, em local ventilado, protegida de agentes externos (poeira, insetos, etc.). Neste sentido, o período de secagem da biomassa é de extrema importância para o processo, pois se muito longo, poderá haver perdas significativas de substâncias voláteis (SANTOS, 2004).

A secagem em temperatura ambiente é recomendada para regiões que tenham condições climáticas favoráveis, relacionadas principalmente à alta ventilação e temperatura, com baixa umidade relativa. O secador de temperatura ambiente é o modelo mais econômico e dá bons resultados em climas secos e quentes quando na época da colheita e secagem. Internamente deve conter estruturas de madeira ou metal, onde se apóiam as plantas em feixes ou em bandejas com camadas finas, permitindo assim a circulação de ar entre as partes vegetais e favorecendo a uniformidade da secagem (NAGAO, 2005; CIAGRI, 2008).

A secagem artificial consiste em manter os rizomas sob ventilação em temperatura de 35 a 40°C. As temperaturas acima de 45°C podem danificar os órgãos vegetais e seu próprio conteúdo devido à cocção do material vegetal (MELO 2004).

No gengibre do Havaí, JOLAD (2005) em estudo com o gengibre seco, observou redução de concentração dos constituintes do óleo essencial em rizomas secos de gengibre durante o processo de secagem comercial, devido à desidratação destes rizomas e a perda de compostos voláteis.

2.6 ÓLEO ESSENCIAL

Existem três grandes grupos de metabólitos secundários: terpenos, compostos fenólicos e alcalóides. Estes compostos são descritos como “secundários” e embora não sejam necessários ao ciclo da vida da planta, desempenham papel na interação das plantas com o meio ambiente (PERES, 2004).

O óleo essencial é uma mistura de substâncias voláteis, lipofílicas, odoríferas e líquidas (SIMÕES, 2003). Quimicamente são compostos de hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples e terpenos, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas, cumarinas e compostos contendo enxofre, apresentando diferentes concentrações. Dentre estes, o grupo mais representativo são os terpenóides, os quais são formados pela fusão de unidades isoprênicas de cinco carbonos; quando submetidos a altas temperaturas, podem se decompor em isoprenos, podendo referir-se, ocasionalmente, a todos os terpenos como isoprenóides (TAIZ e ZEIGER, 2004). É considerado um grupo homogêneo devido às unidades de isopreno ($-C_5H_8$), os quais formam hemiterpenos, monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos, triterpenos e tetraterpenos (CASTRO et al., 2004; SIMÕES, 2004; BRIELMANN et al. 2006). Os monoterpenos são substâncias voláteis pela sua baixa massa molecular, sendo que podem ocorrer nas células parenquimáticas diferenciadas, canais oleíferos, pêlos glandulares e bolsas lisígenas (PERES, 2004).

Os terpenos são biossintetizados a partir de metabólitos primários por no mínimo duas rotas diferentes (Figura 2): a rota do ácido mevalônico, onde três moléculas de acetil-CoA são ligadas, a partir de uma série de etapas da rota, para formar este ácido e posteriormente, o IPP (isopentenil-pirofosfato) o qual originará terpenos maiores; e a rota do metileritritol fosfato (MEP), onde o gliceraldeído 3-fosfato e piruvato levam à formação do isopentenil-pirofosfato (IPP) (TAIZ e ZEIGER, 2004).

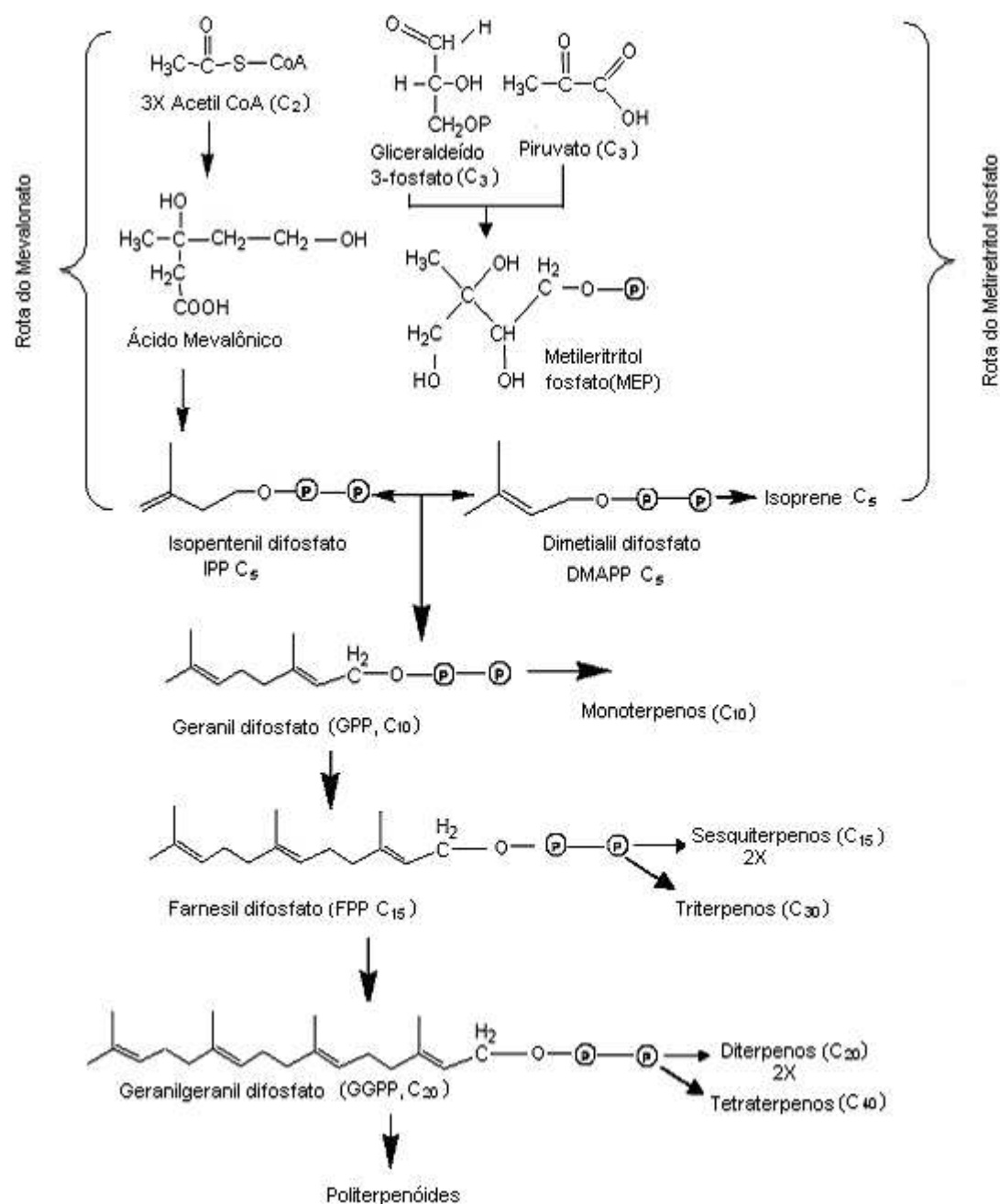


Figura 2. Biossíntese dos terpenos. (Fonte: TAIZ e ZEIGER, 2004).

Durante o desenvolvimento, as espécies aromáticas sintetizam compostos que protegem de herbívoros e microorganismos patogênicos, exercendo ainda, outras funções ecológicas, como atração de polinizadores, dispersores de sementes, etc. (ARAUJO et al., 2001; TAIZ e ZEIGER, 2004).

O gengibre fresco contém 40 a 60% de amido, 10% de proteínas, 10% de gorduras, sais minerais, resinas, saponinas, além de vitaminas como tiamina, riboflavina, niacinina, ácido ascórbico, ácido aspártico, ácido glutâmico, ácido piperólico, arginina, asparagina. O teor médio de óleo essencial varia de 1 a 3%,

sendo relatada presença dos seguintes constituintes: 1,8 cineol, acetato de geralina, acetato de zingiberol, β -bisaboleno, β -felandreno, borneol, canfeno, caprilatos de zingiberol, chugaóis, citral, canfeno, falandreno, gingediol, gingeróis, linalol, zingiberol, zingibereno (BULLETIN, 2003).

O óleo essencial extraído do rizoma fresco do gengibre é constituído por monoterpenos (Figura 03), dos quais o neral, geraniol, geranial e acetato de geranila estão presentes (SAKAMURA, 1987). Atualmente o óleo essencial de gengibre tem sido usado como parte dos ingredientes de alimentos (sabor), bebidas (sabor), higiene e cosméticos (aroma) e devido ao seu potencial antimicrobiano (SACCHETTI, 2004).

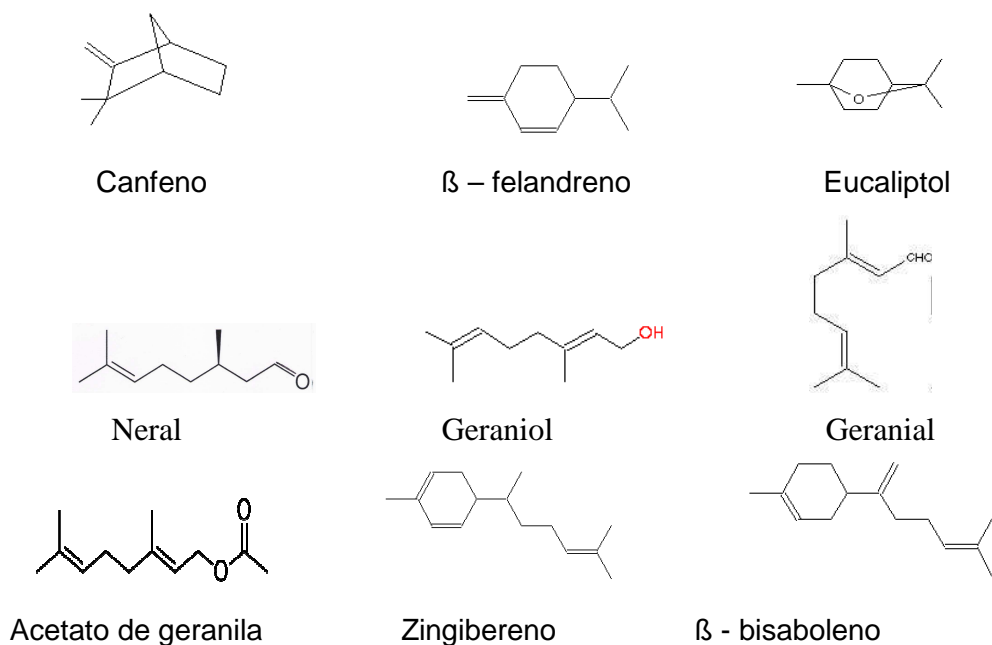


Figura 3. Estruturas químicas dos compostos do óleo essencial do rizoma de gengibre.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N.G. Aspectos Econômicos da Cultura do Gengibre. **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB**. Departamento de Economia Rural - DERAL. Curitiba, PR. 2007.

ANDRETTA, G.C. Valor bruto da produção agropecuária paranaense em 2005. **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - SEAB**. Departamento de Economia Rural - DERAL. Curitiba, PR. 2005, p. 64-65.

ARAUJO, A.J.; LORDELLO, A.L.L.; MAIA, B.H.L.N.S. Análise comparativa de óleos essenciais de folhas e galhos de *Ocotea puberula* (Lauaceae). **Revista Visão Acadêmica**, v. 2, n. 2, p. 81-84. 2001.

BEAL, B.H. **Atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)**. Tese de mestrado em Ciência dos Alimentos pela Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.tede.ufsc.br/teses/PCAL0195.pdf>. Acesso: 23 set. 2008.

BRIELMANN, H.L.; SETZER, W.N.; KAUFMAN, P.B.; KIRAKOSYAN, A. Phytochemicals: The chemical components of plants. **Natural products from Plants**. 2. ed. London: Taylor&Francis Group. 2006. p. 10-19.

BOLETIM MENSAL DE COMÉRCIO AGRÍCOLA. Preços de cereais registram subida desde meados de 2003. **Boletim Mensal do Comércio Agrícola**. n. 67, p. 4. 2004.

BOLETIM MENSAL DE COMÉRCIO AGRÍCOLA. Preços internacionais de produtos agrícolas de teor. **Boletim** n. 5. p. 06. MIC DNC. 2005.

BULLETIN, Ginger: Its role in xenobiotic metabolism. **ICMR BULLETIN**. v.33, n.6, p. 57-63. 2003.

CASTRO, H.G.; FERREIRA, F.A.; SILVA, D.J.H. e MOSQUIM, P.R. **Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários**. 2. ed. Visconde do Rio Branco: [s.e.], 2004. p. 49.

CECILIO FILHO, A.B. Época e densidade de plantio na produção da cúrcuma. **Ciência Rural**. v. 34, n. 4, p. 1021-1026.2004.

CIAGRI, Plantas medicinais e aromáticas: como plantar, cuidar, colher e preparar as ervas, glossário de termos técnicos, princípios ativos, pesos e medidas. **Plantas Medicinais e aromáticas**. Disponível em: <<http://www.herbario.com.br/atual03/231plantmed.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

CORREA, R.M.; BERTOLUCCI, S.K.V.; PINTO, J.E.B.P.; REIS, E.S.; ALVES, T.L. Teor de óleo essencial e caracterização organoléptica de folhas de assa-peixe submetidas a diferentes métodos de secagem. **Ciência Agrotécnica**, v. 28, n. 2, p. 339-344. 2004.

COSTA, L.C.B.; CORRÊA, R.M.; CARDOSO, J.C.W.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; FERRI, P.H. Secagem e fragmentação da matéria seca no teor e composição do óleo essencial de capim-limão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.956-959. 2005.

DAVID, E.F.S. ; PIZZOLATO, M. ; FACANALI, R. ; MORAIS, L.A.S. ; FERRI, A.F. ; MARQUES, M.O.M. ; MING. L.C. Influência de temperatura e secagem no teor e composição química do óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 8, n. 4, p. 66-70. 2006.

ELPO, E.R.S.E.; NEGRELLE, R.R.B. *Zingiber officinale* Roscoe: Aspectos botânicos e Ecológicos. **Visão Acadêmica**, v. 5, n. 1, p.27-32. 2004.

_____; _____. Cadeia produtiva do Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) no estado do Paraná: análise e recomendações para melhoria da qualidade. **Scientia Agrária**. v.7, n.1-2. p.121-122. 2006.

_____; _____; RÜCKER, N.G.A. Produção de gengibre em Morretes, PR. *Scientia Agrária*, v.9, n.2, p.211-217. 2008.

EMBRAPA – Série "Plantas Medicinais", do Subprojeto Instalação de horto-matriz de plantas medicinais em Porto Velho-RO. **Folder 12. Série "Plantas Medicinais"**, 2001.

FERNANDES, J.M. **Revisão Bibliográfica do Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)**. Artigo. Educação Ambiental em Ação. N. 17. 2006. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=414&class=19>>. Acesso em: 20/02/08.

FRANCO, A.L.P.; OLIVEIRA, T.B.; FERRI, P.H.; BARA, M.T.F.; PAULA, J.R. Avaliação da composição química e atividade antibacteriana dos óleos essenciais de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook) Tronc. (Alfazema), *Ocimum gratissimum* L. (Alfavaca-cravo) e *Cúrcuma longa* L. (Açafrão). **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 4, n. 2. 2007.

GARCIA, K. Estado é o maior produtor e exportador de gengibre. Um novo Espírito Santo. **Secretária da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca – SEAG**. Disponível em: <http://www.es.gov.br/site/noticias/show.aspx?noticiald=99660156>. Acesso: 13 set. 2008.

GEIGER, J.L. The essential oil of ginger, *Zingiber officinale* and anaesthesia. **International Journal of Aromatherapy**, v. 15. n. 1, p. 7-14. 2005.

GOBB0-NETO, L.; LOPES, N.P. Fatores que interferem no teor de metabólitos secundários. **Química Nova**. v. 30, n. 2, p. 374-381. 2007.

HERBS & SPICES, Important Spice. Ginger. **Herbs & Spices**. Disponível em: <<http://www.foodmarketexchange.com./datacenter/product/herb/detail/dc>>. Acesso em: 09 out. 2006.

JOLAD, S.D. Commercially processed dry ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): Composition and effects on LPS-stimulated PGE2 production. **Science Direct – Phytochemistry**, v. 66. n. 13, p. 1614-1635. 2005.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 13. ed. São Paulo: Ed Nacional, 2002. p. 722-723,

KOROCH, A.; RANARIVELO, L.; BEHRA, O.; JULIANI, H.R.; SIMON, J.E. Quality Attributes of Ginger and Cinamon Essential Oils from Madagascar. **Botanical and Medicinals**. Janick and A Whipkey ed. ASHS Press, Alexandria, 2007.

MDIC/ALICEWEB. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. Secretaria de Comércio Exterior. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2008.

MENDES, M.O. Gengibre, cultivo, produção. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - SBRT**. Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR. 2005.

MELO, E.C.; RADÜNZ, L.L.; MELO, R.C.A. Influência do Processo de Secagem na Qualidade de Plantas Medicinais – Revisão. **Engenharia na Agricultura**. V.12, n.4, p. 307-315. 2004.

MENEZES JR., A. **Gengibre: Zingiber officinale**. Artigo sobre Fitoterapia. 2004. Disponível em: http://www.jperegrino.com.br/Fitoterapia/gengibre_1.htm>. Acesso: 20 fev. 2008.

MORITA, N. Hawaii ginger root. Production drops 36 percent. **Department of Agriculture**. NASS, USDA, Hawaii Field Office. 2008. Disponível em: <http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Hawaii/Publications/Sugarcane_and_Specialty_Crop/ginger.pdf>. Acesso em 07 nov. 2008.

NAGAO, E.O.; INNECCO, R.; MATTOS, S.H.; MARCOS, C.A. Influência do período de secagem nas estações seca e chuvosa no óleo essencial de *Lippia*

alba (Mill) N.E.Br, nas condições do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**. V. 36, n. 1, p. 53-59, 2005.

NEGRELLE, R.R.B., ELPO, E.R.S., RUCHER, N.G.A. Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 23, n. 4, p.1002-1028. 2005.

OLIVEIRA, R. N.; DIAS, I.J.M.; CÂMARA, C.A.G. Estudo comparativo do óleo essencial de *Eugenia punicifolia* (HBK) DC. De diferentes localidades de Pernambuco. **Revista Brasileira de Farmacognosia** v. 15, n. 1, p. 39-43. 2005.

PANIZZA, S. **Plantas que curam**: cheiro de mato. São Paulo: IBRASA, 24. ed., p. 112. 2001.

PARANÁ (2007). Câmbio faz crescimento em dólar virar retração em real. – Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP. MERCADO CONJUNTURA-AGROPECUÁRIA. **Boletim Informativo**. Curitiba, n. 944.

PERES, L.E.P. **Metabolismo Secundário**. Piracicaba – São Paulo: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP. 2004. p. 1-10.

RIBEIRO, R.D. Estado é o maior produtor e exportador de gengibre do Brasil. Artigo. O portal da agricultura capixaba. Publicado em 27maio, 2008. Disponível em: <<http://www.agrocapixaba.com.br>>. Acesso em: 07 nov. 2008.

SACCHETTI, G. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**. V. 91, p. 621–632. 2004.

SAKAMURA, F. Changes in volatile constituents of *Zingiber officinale* rhizomes during storage and cultivation. **Phytochemistry**. V. 26, n. 8, p. 2207-2212. 1987.

SANTOS, A.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; ROCHA NETO, O.G. Descrição de Sistema e de Métodos de Extração de Óleos Essenciais e

Determinação de Umidade de Biomassa em Laboratório. **Comunicado Técnico 99**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. P. 01-06. 2004.

SILVA, J.; ABEBE, W.; SOUSA, S.M.; DUARTE, V.G.; MACHADO, M.I.L.; MATOS, F.J.A. Analgesic and anti-inflammatory effects of essential oils of *Eucalyptus*. **Journal of Ethnopharmacology**. V. 89, n. 2, p. 277-283. 2003.

SIMÕES, C.M.O.; SPITZER, V. Óleos voláteis. In: SIMÕES, C.M.O et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre / Florianópolis: Editora UFRGS/ Editora UFSC, 2003. p. 467-495.

SOUZA, V.C. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira. Baseado em APG II / Vinícios Castro Lima, Harri Lorenzi. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2005.

SUKLA, Y. Cancer preventive properties of ginger. A brief review Food and Chemical Toxicology, **Science Direct Elsevier Ltd**. v. 45, n. 5, p. 683-690. 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

YOSHIKAWA, M.; YAMAGUCHI, S.; KUMINI, K. Stomatic principles in ginger. III. Na anti-ulcer principle, 6-gingesulfonic acid, and three monoacyldigalactosylglycerols, gingerglycolipides A,B and C, from Zingiber Rhizome originating in Taiwan. **Chinese Pharmacological Bulletin**, v. 42, p.1226-1230. 1994.

ZEPPER, P. Empresa de frutas aposta no gengibre e conquista mercado externo pela qualidade, trazendo bons lucros para agricultores familiares. Artigo. **Revista Dinheiro Rural**. N.24. 2006. Disponível em:

<<http://www.es.gov.br/site/noticia/show.aspx?noticiald=99662561>>. Acesso em: 07 nov. 2008.

ZHOU, H.; DENG, Y.; XIE, Q. The modulatory effects of the volatile oil of ginger on the cellular immune response in vitro and in vivo in mice. **Journal of Ethopharmacology**. V. 105, p. 301-305. 2006.

3 CAPÍTULO II RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE DIFERENTES PROCEDÊNCIAS DE *Zingiber officinale* ROSCOE APÓS PERÍODOS DE SECAGEM

RESUMO

A produção de gengibre no Paraná concentra-se no município de Morretes, plantio em área de aproximadamente 300 ha. O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento e composição do óleo essencial de gengibre produzido em Morretes e submetido a diferentes períodos de secagem a temperatura ambiente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 5, com quatro repetições (quatro plantas por repetição), avaliando o efeito de 5 procedências e períodos de secagem de 0, 15, 30, 45 e 60 dias a temperatura ambiente, em junho de 2006. As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação em aparelho graduado Clevenger durante três horas e a análise dos constituintes foi realizada por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas. A secagem de gengibre em temperatura ambiente por até 60 dias não resultou em diminuição de rendimento de óleo essencial em todas as procedências. O geranial e o neral apresentaram maior concentração em todas as procedências e aumentaram seus teores com os períodos de secagem. Os teores de geraniol, acetato de geranila e β -bisaboleno diminuíram com os períodos de secagem. Os teores de eucaliptol, canfeno e zingibereno não apresentaram mesma resposta em relação aos períodos de secagem.

Palavras-chave: Geranial, Geraniol, Neral, Zingibereno, Canfeno.

ABSTRACT

The production of ginger in the Paraná is concentrated in the city of Morretes, with close to 300 ha of cultivated area. The objective of this work was to evaluate the yield and the composition of the essential oil of ginger produced in Morretes and submitted to different periods of drying at room temperature. The experimental design was in factorial project 5 x 5, with four repetitions (four plants for repetition), evaluating the effect of 5 origins and periods of drying of 0, 15, 30, 45 and 60 days the ambient temperature in June of 2006. The essential oil extractions had been carried through by hydrodistillation in graduated Clevenger apparatus during three hours and the analysis of the constituent was carried out through by means of coupling gas chromatography to mass spectrometry (GC/MS). The drying of ginger at room temperature for up to 60 days did not result in reduction of essential oil yield in all the origins. The geranial and the neral have presented greater concentration in all the origins and increased its contents with the periods of drying. The texts of geraniol, geranyl acetate and β -bisaboleno have decreased with the periods of drying. The texts of eucalyptol, camphene and zingiberene have not presented same reply in relation to the periods of drying.

Word-key: Geranial, Geraniol, Neral, Zingiberene, Camphene.

3.1 INTRODUÇÃO

O gengibre é uma planta utilizada como condimento e como erva medicinal desde a antiguidade pelos povos asiáticos e foi distribuído pelos continentes na era das grandes navegações e comércio de especiarias (BOLETIM, 2004). Atualmente é comercializada *in natura*, em conserva, cristalizado, seco e em pó (ELPO, 2004; NEGRELLE et al., 2005), bem como na forma de óleo essencial dos rizomas como ingrediente em alimentos, bebidas, higiene e cosmética (SACCHETTI et al., 2004).

O Paraná é responsável por 90% da produção nacional de plantas medicinais e aromáticas com aproximadamente 2 mil ha plantados, correspondendo a mais de 70% das espécies botânicas utilizadas pela indústria farmacêutica, de cosméticos, corantes, chás e de bebidas (BELLINI, 2005; CAMARGO, 2004; NEGRELLE et al., 2005; ALMEIDA, 2007).

Em 2005/2006 a cultura de gengibre no Estado do Paraná ocupou uma área de 300 ha. Na safra 2005/2006 houve um aumento da área de 20,5% em relação à safra anterior (ANDRETTA, 2005; NEGRELLE et al., 2005).

Morretes é o principal município produtor de gengibre paranaense. Adota os sistemas convencional e orgânico de cultivo, exportando para países da Ásia, da Europa e para os EUA. Na safra 2005/2006 produziu 540 toneladas que foram negociadas no mercado interno e externo. Nesse mesmo período, Guaraqueçaba e Morretes negociaram com o mercado externo 300 toneladas de gengibre orgânico, produzido por pequenos produtores (ALMEIDA, 2007).

A comercialização de rizomas no CEASA-PR utiliza como critério de avaliação: tamanho, brilho, ausência de terra (limpeza), ausência de brotamento e quebra, grau de desenvolvimento, uniformidade, aspecto e cor (ELPO, 2008; LORENZETTI, 2008). Segundo ELPO (2004), o toalete do gengibre ocorre na própria propriedade do agricultor, consistindo na lavagem, limpeza das raízes, secagem natural, classificação, acondicionamento (embalagem) e transporte para comércio interno em caixas de madeira e caixas plásticas e para o externo utilizam-se caixas de papelão. Conforme ELPO (2004), os rizomas de gengibre são classificados em Tipo Extra (rizomas com peso igual ou acima de 500 g – comercializado no mercado interno e principalmente na exportação), Tipo 1 (rizomas com 250 g até 500 g), Tipo 2 (rizomas de 150 a 250 g), e Tipo 3 (rizoma com menos

de 150 g utilizado para processamento industrial ou como propágulo para a próxima cultura).

A desidratação é uma técnica utilizada para a preservação de alimentos limitando ou evitando o crescimento de microrganismos ou outras reações de ordem química, bem como para facilitar o transporte, armazenamento e manuseio do produto final (ARCHER, 2008). O período de secagem da biomassa é de extrema importância na produção de óleos essenciais, podendo haver perdas significativas devido às características voláteis dos constituintes químicos. Porém para algumas espécies, esse tempo de secagem pode ser benéfico, impedindo os processos de degradação enzimática e proporcionando a sua conservação, com manutenção da qualidade em composição química (MARTINS, 2001).

A cultura do gengibre apresenta uma exploração econômica relevante na forma *in natura* (FREITAS, 2006). No entanto, o uso dos rizomas para a obtenção de óleos essenciais, extratos e concentrados de gengibre têm despertado interesse da indústria farmacêutica e cosmética pelos seus princípios ativos (SACCHETTI, 2004; BANDEIRA-PEREIRA et al., 2007).

O gengibre é rico em óleos voláteis, gingerol e shogaol, este último é um produto da quebra do gingerol produzido durante a secagem (AMEENAH, 2002). SAKAMURA (1987) por sua vez, relatou a presença de neral, geraniol, geranial e acetato de geranila. Segundo o autor, durante a armazenagem houve cerca de 60% de aumento dos constituintes neral e geranial, porém, houve decréscimo de geraniol e acetato de geranila, isto é, ocorreu conversão de acetato de geranila a geraniol e geranial a neral. Além dos constituintes majoritários, outros têm sido identificados em menor proporção.

No gengibre produzido no Havaí foram encontrados 63 componentes (JOLAD et al., 2005). Em sistema de produção orgânico e convencional de gengibre produzido em Morretes, foram identificados os constituintes, respectivamente: α -zingibereno (12,8-28,4%; 18,0-30,5%), geranial (20,3-22,8%; 12,5-22,8%), β -sesquifelandreno (7,7-9,2%; 8,2-14,0%), α -farneseno (6,0-7,8%; 6,8-9,3%), cineol (6,0%; 6,6-7,4%), neral (5,6-10,8%; 3,5-6,3%), geraniol (3,4-5,6%; 2,2-11,6%) e γ -curcumeno (6,0%; 0,0%) (MACHADO et al., 2003).

Os métodos de processamento e o tempo de secagem podem influenciar na qualidade e rendimento do óleo essencial do rizoma de gengibre em função de

fatores como: tamanho das partículas processadas e do processo de secagem (DABAGUE et al., 2007). O processo de secagem pode ser realizado em temperatura ambiente ou em secador (BALLADIN et al., 1999). A secagem artificial consiste em manter sob ventilação a temperatura de 35 a 40° C. Temperaturas acima de 45° C danificam os órgãos vegetais e seu próprio conteúdo, pois proporcionam uma "cocção" dos rizomas e não uma secagem, além de inativar diversas enzimas (PRASAD, 2006).

O processo de secagem em temperatura ambiente é recomendado para regiões que tenham condições climáticas favoráveis, relacionadas principalmente à alta ventilação e temperatura, com baixa umidade relativa. A secagem em temperatura ambiente é o modelo mais econômico e dá bons resultados em climas secos e quentes quando na época da colheita e secagem (CIAGRI, 2008). Segundo MELO et al. (2004), a velocidade e temperatura do ar também exercem influência na quantidade e qualidade do óleo essencial presente em plantas aromáticas. O tempo de secagem do gengibre também depende do tamanho da área das partículas processadas do rizoma (BALLADIN et al., 1996).

Parte da produção de gengibre produzido nas propriedades de Morretes não alcança padrão para exportação (Tipo Extra), sendo armazenado à temperatura ambiente até o momento de comercialização. Este produto normalmente alcança valores reduzidos no mercado interno, sendo que a exploração do óleo essencial surge como uma alternativa com potencial econômico.

O objetivo deste trabalho, portanto, foi avaliar o rendimento e composição do óleo essencial de gengibre produzido em Morretes, PR, e submetido a diferentes períodos de secagem em temperatura ambiente.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Material vegetal

Inicialmente foi realizada visita em 2006 a três produtores de Morretes, para averiguação da disponibilidade de realizar esta pesquisa. Na propriedade do produtor 1, foram encontradas duas procedências de rizoma de gengibre sendo denominadas pelo produtor de “variedade gigante havaiano” plantada em outubro de 2005 e “variedade paulista” plantada em novembro de 2005. O sistema de plantio

utilizado foi orgânico, com adubação de compostagem e biodinâmica (sílica, camomila e esterco bovino).

Na propriedade do segundo produtor foram encontradas duas procedências de rizoma sendo denominadas “variedade paulista” e “variedade japonesa” esta última assim denominada pela sua origem, importada do Japão. O sistema utilizado foi o convencional com plantio em agosto e setembro de 2005.

Na propriedade do terceiro produtor foi encontrada uma procedência desconhecida, já que há quatorze anos os propágulos da cultura anterior são plantados. O sistema utilizado é o convencional e a época de plantio foi outubro de 2005 (Tabela 1).

Tabela 1 Descrição da produção e produtores de gengibre em Morretes, Paraná.

Produtores	Procedências	Sistema de plantio	Época de plantio	Identificação
1	Paulista	Orgânico	Novembro	P1
	Havaiano		Outubro	P2
2	Paulista	Convencional	Setembro	P3
	Japonês		Agosto	P4
3	Própria	Convencional	Outubro	P5

Na época das visitas foram coletadas amostras dos solos para análise, com resultados apresentados no Anexo 15.

Os rizomas de gengibre foram coletados no mês de junho, em três propriedades, totalizando 5 procedências. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e transportadas ao Laboratório de Ecofisiologia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo (UFPR). Os rizomas foram lavados e separados por procedências e repetições, mantidos à sombra para realização da secagem. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições (quatro plantas por repetição), avaliando-se o efeito de cinco períodos de secagem (0, 15, 30, 45 e 60 dias) em temperatura ambiente, sobre 5 diferentes procedências (fatorial 5 x 5).

Segundo a SIMEPAR as condições de umidade e temperatura na cidade de Curitiba, Paraná, registradas neste período, apresentaram temperaturas máximas e mínimas de 17,4° C e 11,1° C em junho; 13,9° C e 10,2° C em julho e, 22,5° C e 13,1° C em agosto. Umidade do ar foi 90,4% em junho; 91,8% em julho e, 71,5% em agosto.

3.2.2 Extração de óleo essencial

Logo após a colheita e em intervalos de quinze dias os rizomas de cada amostra foram fatiados e colocados em balões para realização das extrações de óleo essencial (Fig. 03). Também foram separadas 20 gramas de cada material, fatiado, com espessura aproximada de 0,5 cm, e colocados a secar em estufa com ventilação forçada a temperatura de 60° C por 96 horas, até atingir massa constante.



Figura 4 Rizomas de gengibres deixados secar em temperatura ambiente no Laboratório de Ecofisiologia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo (UFPR), Curitiba, 2006.

As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação em aparelho graduado Clevenger, durante 3 horas, em balão de vidro de 2 L, onde foram adicionados 100 g de rizoma de gengibre processado fatiado, com 1000 mL de água destilada. Após cada extração o óleo essencial foi quantificado com micropipeta e as amostras foram armazenadas à temperatura de -20°C, onde permaneceram até o momento da análise.

3.2.2.1 Análise da composição do óleo essencial

Para análise dos constituintes do óleo essencial dos rizomas foram usadas amostras compostas dos tratamentos utilizando 20 µL de óleo essencial de cada repetição, não sendo possível realizar análise estatística dos constituintes. A análise destas amostras foi realizada mediante cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) pelo LACAUT (Laboratório de Análises de Combustíveis Automotivos - Departamento de Engenharia Química da UFPR). O equipamento e as condições operacionais utilizadas para a quantificação dos constituintes do óleo essencial foram as seguintes: Cromatógrafo gasoso Varian, modelo CP 3800 com detector FID (CG_FID); coluna capilar Chrompack de sílica fundida CP-SIL 8 CB, 0.25mm de diâmetro interno, 30 m de comprimento e 0,25 µm de filme líquido. Temperatura do injetor: 250 °C, split 1:200. Quantidade de amostra injetada: 1,0 µL.

Pressão na coluna: 30,0 psi. Gás de arraste: hélio. Gás de make up: ar sintético, nitrogênio e hidrogênio. Temperatura do detector FID: 300°C. A programação de temperatura do forno: temperatura inicial de 60°C, elevação de temperatura a 90°C na razão de 3°C permanecendo por 5 minutos; elevação de temperatura a 140°C na razão de 3°C; elevação de temperatura a 240°C na razão de 30°C permanecendo por 5 minutos. O tempo total da corrida: 40 minutos.

A análise da variância para o rendimento de óleo essencial do rizoma de gengibre foi realizada com auxílio do programa ASSISTAT (ASSIS, 2007). As variâncias dos tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett. As médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Rendimento de Óleo Essencial

Houve interação entre os fatores procedências e períodos de secagem para o rendimento de óleo essencial. Somente em uma procedência (4) não apresentou redução no rendimento nos diferentes períodos de secagem dos rizomas em temperatura ambiente.

Para as procedências 1, 2, 3 e 5 houve redução dos teores de óleo essencial, demonstrando que os períodos de secagem dos rizomas de gengibre podem interferir no teor de óleo em algumas procedências, principalmente se o objetivo da exploração econômica for o óleo essencial. Esta redução foi significativa para a procedência 1 logo após 15 dias de secagem, enquanto que para a procedência 2 esta redução ocorreu aos 45 dias, e para as procedências 3 e 5 após 30 dias de secagem em relação ao rendimento de óleo essencial de rizomas frescos.

As procedências 1 e 5 apresentaram rendimento de óleo essencial estatisticamente superior em relação à procedência 4 após a colheita (tempo 0) (Tabela 2). Após 60 dias em temperatura ambiente, estas procedências apresentaram maiores rendimentos comparativamente à procedência 3. Diferenças na composição dos constituintes do óleo essencial em espécies aromáticas submetidas a diferentes processos de secagem têm sido relatadas por MELO (2004).

Estes resultados indicam que o período de secagem apresentou influência para algumas procedências sobre o rendimento do óleo essencial no rizoma de gengibre, assim como observado por BALLADIN (1996).

Tabela 2 Rendimento de óleo essencial ($\mu\text{L.g}^{-1}$ massa seca) de procedências de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) após períodos de secagem (junho/2006), Curitiba-PR, 2006.

Procedências	Período pós-colheita (dias)				
	0	15	30	45	60
1	16,35 Aa	12,70 Bab	11,14 Ba	10,64 Bb	12,83 ABab
2	14,29 Aab	12,24 ABab	10,94 ABa	6,05 Cc	9,61 BCbc
3	15,31 Aab	14,93 Aa	8,85 Ba	11,85 ABb	9,13 Bc
4	12,17 Ab	10,36 Ab	9,19 Aa	12,21 Aab	10,65 Aabc
5	16,50 Aa	14,10 ABa	11,57 Ba	15,56 Aa	14,00 ABa

Nota: * Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. Coeficiente de Variação: 14.99%.

Vários fatores podem influenciar o rendimento de óleo essencial, tais como , solo, clima, época de colheita, método e tempo de destilação (ANDRADE, 2000), além da diversidade genética da espécie (SILVA et al, 2006). Segundo NAGAO et al. (2005) o processo natural e forçada de secagem para *Lippia alba* depende das características da planta como por exemplo, se é lenhosa ou herbácea bem como

para a finalidade do uso. Para CORREA et al. (2004) em experimento com assa-peixe (*Vernonia polyanthes*) a secagem à temperatura ambiente apresentou maior teor de óleo essencial.

3.2.3 Composição do Óleo Essencial

Os seguintes constituintes foram identificados no óleo essencial das amostras de gengibre: α -pineno, canfeno, β -pineno, mirceno, limoneno, β -felandreno, eucaliptol, isoterpinoleno, linalol, borneol, α -terpineol, neral, geraniol, geranial, acetato de citronelila, acetato de geranila, cariofileno, zingibereno, β -bisaboleno, β -sesquifelandreno, espatulenol, β -eudesmol e α -bisabolol. Os constituintes majoritários já citados na literatura (AMEENAH, 2002; BANDEIRA-PEREIRA et al., 2007; KOROCH et al., 2007) foram identificados nas amostras (Tabela 2).

MACHADO (2003) identificou, em análise cromatográfica, no óleo essencial de rizomas de gengibre em Morretes, 16 compostos descritos em porcentagem para gengibre convencional e orgânico respectivamente: canfeno (0,9-11,8%; 0,6-2,8%), cineol (0,6-11,7%; 0,4-8,4%), diidroterpineol (1,1-1,9%; 0,8-1,8%), borneol (0,9-3,2%; 0,4-2,3%), terpineol (1,3-4,5%; 0,9-4,8%), citronelol (0,8-2,0%; 1,1-2,1%), neral (5,2-10,8%; 3,4-10,4%), geraniol (2,1-10,1%; 3,8-12,3%), geranial (10,0-27,9%; 6,5-22,8%), curcumeno (1,9-7,7%; 0,8-18,0%), α -zingibereno (12,8-23,3%; 1,9-28,9%), α -farneseno (3,8-9,2%; 1,4-11,5%), β -bisaboleno (3,1-5,3%; 3,0-7,6%), γ -cadineno (0,9-2,8%; 1,0-3,1%) e β -sesquifelandreno (7,47-11,2%; 7,9-11,7%).

Observando, no presente trabalho, a composição do óleo essencial das diferentes procedências após a colheita, as porcentagens de cada constituinte foram as seguintes: geranial (23,6 a 30,3%); neral (10 a 14,8%); geraniol (5,8 a 7,6%); acetato de geranila (3,5 a 4,5%); eucaliptol (3,6 a 5,9%); canfeno (2,8 a 5,8%), zingibereno (2,3 a 5%); β felandreno (0,5 a 4%) e β -bisaboleno (2,8-3,4%).

Durante os períodos de secagem houve diferenças nas concentrações de constituintes nas procedências analisadas (Tabela 3).

Segundo SAKAMURA (1987), durante a armazenagem houve cerca de 60% de aumento dos constituintes neral e geranial, porém houve decréscimo de geraniol e acetato de geranila, isto é, houve conversão de acetato de geranila em geraniol e geranial em neral. De acordo com esta informação, observou-se também neste

trabalho que o geranial e o neral, além de apresentarem maiores concentrações em todas as procedências avaliadas, juntamente com o β -felandreno, aumentaram seus teores com os períodos de secagem.

Resultados obtidos por WOHLMUTH et al., (2006) suportam a hipótese de que o geranial e neral ocorrem em uma taxa fixa de aproximadamente 2:3, assim como em outras plantas, como por exemplo, no capim limão. Estes altos níveis de teores são de interesse comercial para as indústrias de aroma e fragrância.

No entanto, o período de secagem dos rizomas resultou em diminuição das porcentagens de acetato de geranila e geraniol e zingibereno em todas as procedências. Os constituintes β -bisaboleno, canfeno e eucaliptol apresentaram redução das porcentagens no óleo essencial em procedências 5, 4 e 3, respectivamente.

De acordo com MELO (2004), o processo de secagem pode propiciar a transformação e degradação dos constituintes químicos. Em *Melissa officinalis* L. tem sido demonstrado que folhas frescas contêm maior concentração de neral e geraniol que folhas secas (BLANK et al., 2005). Estudo com *Lippia alba* com temperatura do ar variando de ambiente até 80° C resultou em uma redução no teor de citral (geranial e neral) do óleo essencial obtido das plantas secas em relação a plantas frescas (BARBOSA, 2006).

Tabela 3 Constituintes majoritários do óleo essencial de procedências de gengibre conforme períodos de secagem. Curitiba, 2006.

Constituintes					
	P1	P2	P3	P4	P5
<i>Geranial</i>					
0	30,3	23,6	29,4	27,4	26,0
15	27,4	27,3	28,4	30,2	29,9
30	25,3	27,4	30,1	30,0	30,7
45	29,7	27,5	30,5	34,1	31,2
60	32,8	32,7	33,7	35,3	31,7
<i>Neral</i>					
0	14,8	11,8	15,0	13,3	12,9
15	13,1	13,4	14,2	14,4	15,2
30	13,0	13,5	14,8	14,7	16,9
45	17,3	14,1	15,1	15,7	15,8
60	17,1	17,1	17,2	16,9	16,9
<i>Geraniol</i>					
0	5,8	7,6	7,1	7,2	7,0
15	5,2	7,5	6,1	7,0	5,9
30	5,1	6,8	5,1	5,9	6,5
45	5,0	5,5	3,8	5,9	4,7
60	4,8	4,8	3,3	5,5	4,4
<i>Eucaliptol</i>					
0	5,2	5,9	5,0	3,8	5,0
15	5,8	6,5	5,6	6,9	6,1
30	5,7	5,9	3,9	4,5	5,4
45	5,7	5,5	6,2	4,6	5,3
60	4,8	4,8	4,9	4,6	6,9
<i>Canfeno</i>					
0	4,5	5,3	3,8	3,0	5,8
15	8,1	4,5	5,7	4,9	4,3
30	8,3	4,8	5,0	4,2	3,3
45	5,6	4,8	5,0	3,1	2,4
60	3,5	3,5	2,9	3,7	2,2
<i>Zingibereno</i>					
0	3,2	4,6	3,5	5,1	2,7
15	4,0	4,7	3,9	4,6	3,5
30	3,9	4,9	3,7	4,3	3,3
45	2,8	4,5	3,1	3,4	2,8
60	3,3	3,3	2,9	3,1	2,6
<i>Acetato de geranila</i>					
0	3,5	4,1	3,9	4,5	4,4
15	2,7	3,5	2,9	3,5	3,0
30	2,4	2,8	3,2	2,9	2,4
45	1,5	2,4	1,6	1,7	1,5
60	1,7	1,7	0,9	1,5	1,1
<i>β-bisaboleno</i>					
0	3,4	3,7	3,4	4,0	4,1
15	3,7	3,1	4,4	2,7	3,1
30	4,2	3,2	3,6	2,7	2,7
45	3,1	2,8	3,5	2,1	2,3
60	2,1	2,1	3,7	2,1	0
<i>β-felandreno</i>					
0	1,3	1,3	1,5	2,1	1,1
15	1,9	2,2	2,2	1,59	2,2
30	1,6	2,4	2,3	2,7	2,2
45	1,9	2,1	2,9	2,2	2,1
60	2,2	2,2	2,6	2,1	1,8

3.4 CONCLUSÕES

A secagem de gengibre em temperatura ambiente, por até 60 dias, não resulta em diminuição de rendimento de óleo essencial em todas as procedências.

O geranial e o neral apresentam maior concentração em todas as procedências e aumentam seus teores com os períodos de secagem.

Os teores de geraniol, acetato de geranila e β -bisaboleno diminuem com os períodos de secagem.

Os teores de eucaliptol, canfeno e zingibereno não apresentam mesma resposta em relação aos períodos de secagem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N.G.; ELPO, E.R.; GIROTTO, A. Aspectos Econômicos da Cultura do Gengibre SAFRA 2007/2008. Estado do Paraná - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Economia Rural - **Análise da Conjuntura Agropecuária**, 2007.

Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognósticos/gengibre_2007-08.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2007.

AMEENAH, G.F. Essential oil composition of Zingiberaceae species from Mauritius. **Journal of Essential Oil Research**, v 14, n 4, p. 271-273. 2002.

ANDRADE, A. M. Influência de alguns fatores não genéticos sobre o teor de óleo essencial em folhas de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Floresta e ambiente**. v. 7, n. 1, p. 182-183. 2000.

ASSIS, F. ASSITAT versão 7,4 beta. **UAEA-CTRN-UFCG**. Campina Grande. 2007. Disponível em: <<http://assistat.sites.uol.com.br>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

BALLADIN, D.A. Solar drying of west Indian ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) rhizome using a wire basket dryer. **Renewable Energy**. v. 7, n. 4, p. 409-418. 1996.

_____.; HEADLEY, O.; CHANGYEN, I.; DUNCAN, E.J.; MCGAW, D.R. Comparison of the histology of (I) fresh, (II) solar dried and (III) solar dried/steam distilled ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) rhizome tissue prior to the extraction of its pungent principles. **Renewable Energy**. v. 17, p. 207-211. 1999.

BANDEIRA-PEREIRA, R.C.; SILVA, A.J.R.; BARBOSA, A.L.S.; SABAA-SRUR, A.U.O. Obtenção de óleo essencial e oleoresina de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) por arraste com vapor e extração com solvente. **Revista Universitária Rural Ser Companhia da Vida**. v. 27, n. 1. 2007.

BARBOSA, F.F. Influência da temperatura do ar de secagem sobre o teor e a composição química do óleo essencial de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown. **Química Nova**. v. 29, n. 6. 2006.

_____. Avaliação do tempo de espera no campo, antes da secagem, sobre o teor e a composição química do óleo essencial de erva-cidreira brasileira (*Lippia alba* (Mill) N.E. Brown) – Verbenaceae. **Engenharia na Agricultura**. v.14, n.1, 7-15. 2006.

BLANK, A.F. Influência do horário de colheita e secagem de folhas no óleo essencial de melissa (*Melissa officinalis* L.) cultivada em dois ambientes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v.8, n.1, p.73-78. 2005.

BOLETIM MENSAL DE COMÉRCIO AGRÍCOLA. Preços de cereais registram subida desde meados de 2003. Fonte: **Boletim Mensal do Comércio Agrícola**. n. 67, p. 4. 2004.

ELPO, E.R.S. Cadeia produtiva do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) no Estado do Paraná: análise e recomendações para melhoria da qualidade. 2004, Curitiba. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

_____; NEGRELLE, R.R.B.; RÜCHER, N.G.A. Produção de gengibre no município de Morretes, PR. **Scientia Agraria**, v.9, n.2, p.211-217. 2008.

FREITAS, A.R. Fatos e Números do Brasil Florestal, **Sociedade Brasileira de Sivicultura**. P. 81-82. 2006.

JOLAD, S.D. Commercially processed dry ginger (*Zingiber officinale*): Composes and effects on LPS-stimulated PGE2 production. **Phytochemistry**, v. 66, p. 1614-35. 2005.

KOROCH, A.; RANARIVELO, L.; BEHRA, O.; JULIANI, H.R.; SIMON, J.E. Quality Attributes of Ginger and Cinnamon Essential Oils from Madagascar. **Botanical and Medicinals**. Janick and A Whipkey ed. ASHS Press, Alexandria, 2007.

LORENZETTI, E.R. Cultivo de gengibre. p. 18. **Universidade Estadual de Maringá**. Disponível em: <<http://br.geocities.com/horticultura1/Cultivogengibre>>. Acesso em: 06 ago. 2008.

MACHADO, G.C.; CORRÊA, C.C.; ELPO, E.R.S.; NEGRELLE, R.R.B.; SARRAGIOTTO, M.H.; COSTA, W.F. Composição química de amostras de gengibre (*Zingiber officinale*) de cultivo convencional e orgânico. **Sociedade Brasileira de Química**, SBQ, 26ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2003.

MELO, E.C.; RADÜNZ, L.L.; MELO, R.C.A. Influência do Processo de Secagem na Qualidade de Plantas Medicinais. Revisão. **Engenharia na Agricultura**. v.12, n.4, 307-315. 2004.

NEGRELLE, R.R.B.; ELPO, E.R.S.; RÜCHER, N.G.A. Análise prospectiva do agro negócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.1002-1028. 2005.

SACCHETTI, G. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**. v. 91, p. 621–632. 2004.

SAKAMURA, F. Changes in volatile constituents of *Zingiber officinale* rhizomes during storage and cultivation. **Phytochemistry**. v. 26, p. 2207-2212. 1987.

SILVA, N.A. ; OLIVEIRA, F.F. ; COSTA, L.C.B. ; BIZZO, H.R. ; OLIVEIRA, R.A. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill. N.E.BR.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 3, p. 52-55. 2006.

WOHLMUTH, H.; SMITH, M.K.; BROOKS. L.O.; MYERS, S.P.; LEACH, D.N. Essential oil composition of diploid and tetraploid clones of ginger (*Zingiber officinale*

Roscoe) grown in Australia. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.54, n.4, p.1414-1419. 2006.

4 CAPÍTULO III DESENVOLVIMENTO DE GENGIBRE (ZINGIBER OFFICINALE ROSCOE), RENDIMENTO E COMPOSIÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITAS

RESUMO

O óleo essencial do rizoma de gengibre tem sido comercializado para indústrias alimentícias, cosmética e farmacêutica. Neste trabalho avaliou-se a influência da época de colheita no teor e composição do óleo essencial extraído de rizomas coletadas no município de Morretes, PR. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições (quatro plantas) sendo avaliadas três procedências em três épocas de colheitas (abril, maio e junho). As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação em aparelho graduado Clevenger durante três horas e a análise do óleo essencial foi realizada por meio de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa. Os resultados obtidos indicam que a colheita do gengibre pode ser antecipada para maio caso o objetivo seja a produção de óleo essencial. O maior acúmulo de massa ocorreu a partir de maio em duas procedências. Embora o teor de óleo essencial de rizomas de gengibre colhidos no mês de abril tenha sido superior em relação aos meses de maio e junho, maiores produtividades de óleo essencial são obtidas em colheitas realizadas a partir de maio devido ao maior produção de rizomas. Os constituintes geranial, geraniol, neral e acetato de geranila apresentaram teores superiores em relação aos demais constituintes para todas as procedências e em todas as colheitas. Os constituintes geraniol, acetato de geranila e eucaliptol apresentaram teores inferiores em colheitas realizadas em junho, enquanto os teores de canfeno, β -bisaboleno, β -felandreno e zingibereno foram superiores quando os rizomas foram colhidos no mesmo mês.

Palavras-chave: Geranial, geraniol, neral, acetato de geranila.

ABSTRACT

The ginger is a aromatically plant whose essential oil has been commercialized for nourishing industries, cosmetic and druggist. In this work it was evaluated influence of the time of harvest in the text and composition of collected the extracted essential oil of rhizomes in the city of Morretes, PR. The experimental design with four repetitions (four plants for repetition) being evaluated three origins at three times of harvests (April, May and June). The essential oil extractions had been carried through by hydrodestilation in graduated device Clevenger during three hours and the analysis of the essential oil was carried through by means of chromatography in connected gaseous phase to the mass spectrometry. The gotten results indicate that the harvest of the ginger can be anticipated for May case the objective is the essential oil production. The biggest accumulation of mass occurred from May in two origins. Although harvested the essential oil text of rhizomes of ginger in the April month has been superior in relation to the months of May and June, greater productivities of essential oil are gotten in harvests carried through from May due to the biggest production of rhizomes. The constituent geranial, geraniol, neral and geranyl acetate had presented superior texts in relation to the excessively constituent for all origins and in all the harvests. The constituent geraniol, geranila acetate and eucalyptol had presented inferior texts in harvests carried through in June, while the texts of camphene, β -bisabolenol, β -phelandrene and zingiberene had been superior when rhizomes had been harvested in the same month.

Key words: Geranial, geraniol, neral, geranyl acetate.

4.1 INTRODUÇÃO

O gengibre é uma planta herbácea, perene, de cultivo anual, com cerca de 1m de altura, apresentando folhas lineares e sésseis; flores verde-amareladas, rizomas com várias gemas, sabor picante e odor aromático (LAMAS, 2004). É comercializado na forma *in natura*, seco, em pó, cristalizado e como óleo essencial (NEGRELLE et al., 2005; ELPO & NEGRELLE, 2006). Na dieta alimentar é utilizado devido às atividades antiinflamatórias, antieméticas, anti-náusea, antimutagênica, desintoxicante alimentar, anti-úlceras, hipoglicêmica, bactericida e tônico geral (YOSHIKAWA et al., 1994; BULLETIN, 2003; MENEZES, 2004; SACCHETTI, 2004; GEIGER, 2005; FERNANDES, 2006; ZHOU et al., 2006; SUKLA, 2007).

O óleo essencial de gengibre é ligeiramente amarelado, líquido, de aparência oleosa à temperatura ambiente. É constituído principalmente de monoterpenos e sesquiterpenos (SACCHETTI et al., 2004). Em Madagascar, por exemplo, foram identificados como constituintes o α -pineno, canfeno, β -felandreno, 1,8 cineol, neral, geranial, acetato de geranila, α -zingibereno, β -bisaboleno e β -sesquifelandreno (KOROCH, 2007). No Brasil, Machado (2003) identificou no óleo essencial de rizomas de gengibre cultivado no sistema convencional e orgânico, respectivamente, os seguintes constituintes: canfeno (0,9-11,8%; 0,6-2,8%), cineol (0,6-11,7%; 0,4-8,4%), diidroterpineol (1,1-1,9%; 0,8-1,8%), borneol (0,9-3,2%; 0,4-2,3%), terpineol (1,3-4,5%; 0,9-4,8%), citronelol (0,8-2,0%; 1,1-2,1%), neral (5,2-10,8%; 3,4-10,4%), geraniol (2,1-10,1%; 3,8-12,3%), geranial (10,0-27,9%; 6,5-22,8%), curcumeno (1,9-7,7%; 0,8-18,0%), α -zingibereno (12,8-23,3%; 1,9-28,9%), α -farneseno (3,8-9,2%; 1,4-11,5%), β -bisaboleno (3,1-5,3%; 3,0-7,6%), γ -cadineno (0,9-2,8%; 1,0-3,1%) e β -sesquifelandreno (7,47-11,2%; 7,9-11,7%).

A época de plantio para o gengibre nas regiões produtoras no Brasil, segundo Mendes (2005), é de agosto a novembro quando se inicia a estação das chuvas. Em Morretes, o plantio é realizado de junho a agosto, com colheita após seis meses de ciclo com rizomas ainda tenros. Os rizomas estão no ponto de colheita quando a parte aérea da planta estiver seca e as folhas amareladas (EMBRAPA, 2006; SANTOS et al., 2007). A produtividade média no país é de 20 toneladas por hectare, sendo o rendimento potencial de até 40 toneladas por hectare (MENDES, 2005).

Embora o cultivo de gengibre tenha apresentado crescimento mundial contínuo. No Paraná a situação é inversa devido ao baixo nível tecnológico adotado nas lavouras (NEGRELLE et al., 2005; ALMEIDA et al., 2007). Como parte da produção de rizomas é descartada na classificação, a utilização destes para obtenção de óleo essencial poderia ser implementada para agregar valor ao produto. Não há registros de trabalhos anteriores avaliando o efeito da época de colheita tanto na produtividade de rizomas de gengibre, como no rendimento e composição de seu óleo essencial em propriedades rurais do município de Morretes, PR.

Neste trabalho objetivou-se avaliar o acúmulo de massa seca e a produção e composição do óleo essencial de rizomas de procedências de gengibre em diferentes épocas de colheita.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Material vegetal

As amostras de rizomas de gengibre foram obtidas em propriedades rurais do município de Morretes, PR. Foram avaliadas três procedências cultivadas em sistema convencional com época do plantio realizada em agosto de 2006. As colheitas foram realizadas em abril, maio e junho. Na propriedade (1) foi encontrada uma procedência (1) desconhecida, já que há quatorze anos os propágulos da cultura anterior são plantados. O sistema utilizado foi o convencional e a época de plantio foi em agosto de 2006. Na propriedade (2) foi encontrada uma procedência (2), denominada “variedade paulista”. O sistema utilizado foi o convencional com plantio em agosto de 2006. Na propriedade (3) foi encontrada uma procedência (3) denominada variedade “Santa Catarina”, por ser oriunda deste Estado brasileiro. O sistema utilizado foi o convencional e o plantio foi realizado em agosto de 2006 (Tabela 4). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3 comparando três procedências e três épocas de colheita, com quatro repetições (quatro plantas por repetição). Após a coleta as amostras foram mantidas em estufa com ventilação de ar (Modelo Fanem) a temperatura de 65° C durante 4 dias no Laboratório de Ecofisiologia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo (UFPR).

Tabela 4. Descrição da produção e produtores de gengibre em Morretes, Paraná.

<i>Produtores</i>	<i>Procedências</i>	<i>Sistema de plantio</i>	<i>Época de plantio</i>	<i>Identificação</i>
1	Própria	Convencional	Agosto	P1
2	Paulista	Convencional	Agosto	P2
3	Santa Catarina	Convencional	Agosto	P3

4.2.2 Determinação e análise do óleo essencial

As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação em aparelho do tipo Clevenger, em balão de vidro com 2 L de capacidade, onde foram adicionados 1 L de água destilada e 100 g de rizoma fresco de gengibre. Após a extração, o óleo essencial foi quantificado com auxílio de micropipeta de precisão (0-100 µL) sendo as amostras armazenadas em freezer até o momento da análise.

A análise dos constituintes químicos do óleo essencial foi realizada mediante cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massa (CG/EM). O equipamento e as condições operacionais utilizadas para a quantificação dos constituintes do óleo essencial foram as seguintes: Cromatógrafo a gás Varian, modelo CP 3800 com detector FID (CG_FID); coluna capilar Chrompack de sílica fundida CP-SIL 8 CB, 0,25mm de diâmetro interno, 30 m de comprimento e 0,25 µm de filme líquido. Temperatura do injetor: 250 °C, split 1:200. Quantidade de amostra injetada: 1,0 µL. Pressão na coluna: 30,0 psi. Gás de arraste: hélio. Gás de make up: ar sintético, nitrogênio e hidrogênio. Temperatura do detector FID: 300°C. A programação de temperatura do forno: temperatura inicial de 60°C, elevação de temperatura a 90°C na razão de 3°C permanecendo por 5 minutos; elevação de temperatura a 140°C na razão de 3°C; elevação de temperatura a 240°C na razão de 30°C permanecendo por 5 minutos. O tempo total da corrida: 40 minutos.

A análise da variância para o teor de óleo essencial do rizoma de gengibre foi realizada com auxílio do programa ASSISTAT (ASSIS, 2007). As variâncias dos

tratamentos foram testadas quanto à homogeneidade pelo teste de Bartlett e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Acúmulo de massa seca

As procedências não apresentaram diferenças significativas no acúmulo de massa seca dos rizomas quando a colheita foi realizada em abril (Tabela 5).

Tabela 5. Acúmulo de massa seca total (g) de rizomas de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), de três procedências em função das três épocas de colheita, Curitiba-PR, 2007.

<i>Procedências</i>	<i>Épocas de colheita</i>		
	Abril	Maio	Junho
P1	143,87 Ba	408,56 Ab	432,26 Aab
P2	143,58 Ca	496,50 Aa	418,14 Bb
P3	145,19 Ca	361,88 Bb	483,68 Aa

NOTA: * Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. Coeficiente de Variação: 10.16%.

Embora a procedência 2 tenha apresentado maior acúmulo de massa seca no mês de maio, as procedências 1 e 3 foram superiores no mês de junho devido à ocorrência de doença fúngica causada por *Fusarium* sp./ *Rhizoctonia solani*, na procedência 2, resultando em lesões dos rizomas associados à podridão causada por *Erwinia* spp, conforme laudo Fitopatológico do Centre de Diagnósticos Marcus Enrietti, SEAB, Curitiba, PR.. O ciclo vegetativo do gengibre é de aproximadamente 10 meses, quando as gemas laterais formam novos rizomas (MENDES, 2005). Após este período a colheita deve ser realizada devido à maior produção de biomassa e princípio ativo da planta (MARCHESE e FIGUEIRA, 2005). O desenvolvimento dos rizomas de gengibre, segundo observação em campo, ocorre a partir do sexto mês após o plantio, com a realização das amontoas, de forma a recobrir os rizomas que começam a aparecer na superfície (MENDES, 2005; ELPO et al., 2008; LORENZETTI, 2008). Depois deste período o acúmulo de massa fresca do rizoma apresenta um desenvolvimento acentuado (DEVIDE et al., 2004). Neste trabalho, observou-se que a procedência 2 tem sua fase de maior acúmulo de biomassa

antecipada em relação às demais procedências cujas médias de biomassa de rizomas foram superiores em junho.

4.3.2 Teor e Produtividade do Óleo Essencial

Houve interação entre os fatores procedências e épocas de colheitas em relação aos teores de óleo essencial dos rizomas. Para todas as procedências, os teores de óleo essencial foram superiores quando colhidos no mês de abril (Tabela 6). Estes resultados podem estar relacionados com as propriedades ecológicas dos constituintes dos óleos essenciais, atuando na proteção dos rizomas na fase inicial de maturação. Outro fator a ser considerado é a eficiência do processo de extração, tendo em vista que o óleo essencial seria mais facilmente extraído em abril, quando os rizomas ainda não atingiram a maturação (ZARATE, 1994). Estes resultados estão de acordo com os obtidos para *Curcuma longa* (Zingiberaceae) aonde o acúmulo de massa seca durante a maturação também resulta em menores teores de óleo essencial (CECÍLIO FILHO, 2004; SILVA et al., 2006).

Tabela 6. Teor de óleo essencial ($\mu\text{L.g}^{-1}$ massa seca) de três procedências de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe), em função de três épocas de colheita. Curitiba, 2007.

Procedências	Épocas de colheita		
	Abril	Maio	Junho
1	24,89 Aa	13,92 Ba	14,94 Ba
2	22,86 Aa	8,64 Bb	10,74 Bb
3	18,68 Ab	14,20 Ba	9,12 Cb

NOTA: * Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. Coeficiente de Variação: 10.33%.

Comparando-se os teores de óleo essencial das procedências, observou-se que os rizomas da procedência 1 apresentaram teores superiores às procedências 2 e 3 quando colhidos em junho. Na colheita realizada em abril as procedências 1 e 2 obtiveram teores superiores (Tabela 6), enquanto na segunda colheita (maio), as procedências 1 e 3 apresentaram maiores médias. As diferenças nos teores de óleo essencial em rizomas das procedências podem estar relacionadas a vários fatores, entre eles a continuidade na utilização de material de propagação por varias safras, o que dificulta o manejo fitossanitário e afeta a produção de óleo essencial.

Com relação à produtividade do óleo essencial do rizoma de gengibre foram observadas maiores médias na procedência 1 cuja produtividade foi superior em todas as épocas de colheita em relação às procedências 2 e 3 (Tabela 7). Os resultados demonstram ainda que maiores produtividades de óleo essencial sejam obtidas a partir de maio e, portanto, caso seja este o interesse econômico, a colheita pode ser antecipada na região para atender a esta finalidade.

Tabela 7. Produtividade ($L \cdot ha^{-1}$) de óleo essencial de rizoma de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) de três procedências em três colheitas (abril, maio, junho). Curitiba, 2007.

<i>Procedências</i>	<i>Épocas de colheita</i>		
	abril	maio	junho
1	84,50 Ca	139,00 Aa	148,75 Aa
2	76,50 Bb	119,75 Ab	116,75 Ab
3	67,25 Bc	115,00 Ab	113,00 Ab

NOTA: * Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%. Coeficiente de Variação: 3.90%.

4.3.3 Composição do Óleo Essencial

Na análise cromatográfica das amostras de óleo essencial de rizomas colhidos em diferentes épocas, identificou-se 23 constituintes, entre eles, α -pineno, canfeno, β -felandreno, eucaliptol, isoterpinoleno, linalol, borneol, α -terpineol, neral, geraniol, geranial, acetato de citronelila, acetato de geranila, cariofileno, zingibereno, β -bisaboleno, β -sesquifelandreno, espatulenol, β -eudesmol e α -bisabolol. Tais constituintes já haviam sido relatados em trabalhos avaliando a composição do óleo essencial de gengibre, porém com teores diferentes (AMEENAH, 2002; BANDEIRA-PEREIRA et al., 2007; KOROCH et al., 2007).

Foi observada variação da porcentagem dos constituintes conforme a procedência em cada época de colheita (Tabela 8). Nas três procedências, os constituintes com maiores percentuais foram geranial (21,47- 25,24%), seguidos do neral (10,44 - 12,56%), geraniol (8,14 – 10,15%) e acetato de geranila 4,01 a 5,47%). Wohlmuth et al (2006), encontraram como constituintes majoritários, geranial (17,51 a 44,31%), neral (10,6 a 26,49%), geraniol (1,5 a 6%), acetato de geranila (inferior a 1%), zingibereno (1,86 a 11,21%), β -bisaboleno e β -felandreno (inferior a 2%). Estes constituintes majoritários atribuem aroma ao gengibre,

descritos por Onyenekwe (1999). No rizoma fresco a pungência está presente devido principalmente aos constituintes, geranial, geraniol e neral, conforme descrito por Balladin, et al. (1999). Comparando com os resultados do presente trabalho com os obtidos por Machado (2003), houve diferença em relação aos teores dos constituintes químicos majoritários.

Na avaliação de nove constituintes cujos percentuais foram superiores a 1,5% observou-se que o geranial apresentou maior concentração em abril para a procedência 2 e em maio para as procedências 1 e 3 e em junho procedência 1. O geraniol apresentou concentração superior na colheita de abril para as procedências 1 e 3, na colheita de maio para a procedência 3 e em junho para a procedência 1. O neral não deferiu nas concentrações nas épocas de colheita. Porém o acetato de geranila apresentou concentrações significativas em abril para as procedências 1 e 3, em maio e junho para as procedências 1 e 2.

Tabela 8. Constituintes do óleo essencial do rizoma de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) de três procedências em três épocas de colheita. Curitiba-PR, 2007.

Constituintes	Procedências		
	P1	P2	P3
<i>Geranial</i>			
Abr	25.0 Bb	29.8 Aa	26.0 Bb
Mai	28.6 Aa	25.4 Bb	29.1 Aa
Jun	25.2 Ab	21.5 Bc	22.3 Bc
<i>Geraniol</i>			
Abr	14.2 Aa	11.5 Ca	13.2 Ba
Mai	9.6 Bb	8.7 Bb	11.1 Ab
Jun	10.1 Ba	8.1 Bb	8.7 Cb
<i>Neral</i>			
Abr	10.4 Ba	11.7 Aa	10.8 Aa
Mai	11.7 ABa	11.3 ABa	12.5 Aa
Jun	12.6 Aa	10.4 Ab	11.9 Aab
<i>Acet. de geranila</i>			
Abr	13.8 Aa	10.6 Ba	14.5 Aa
Mai	7.97ABb	9.1 Ab	7.7 Bb
Jun	5.5 Ac	4.8 ABc	4.0 Cb
<i>Eucaliptol</i>			
Abr	5.5 Aa	4.9 ABa	4.1 Bb
Mai	2.4 Cb	3.2 Bb	5.1 Aa
Jun	4.2 Ba	4.4 Aa	3.5 Bc
<i>Zingibereno</i>			
Abr	3.4 Ab	3.2 Ab	3.7 Ab
Mai	5.7 Aa	5.9 Aa	4.7 Ba
Jun	4.2 Bb	5.9 Aa	5.1 ABa
<i>Canfeno</i>			
Abr	3.0 Aa	2.2 Ab	0.5 Bc
Mai	0.1 Bb	4.1 Aa	3.2 Aa
Jun	3.2 Aa	2.9 Ab	1.7 ABb
<i>β-bisaboleno</i>			
Abr	1.6 Bb	1.6 Bb	2.5 Aa
Mai	3.9 Aa	3.0 Ab	2.7 Ab
Jun	2.2 bB	2.9 Aa	3.1 Aa
<i>β-felandreno</i>			
Abr	1.6 Aab	1.4 Bab	0.8 Bb
Mai	0.5 Bb	2.6 Aa	2.0 Aa
Jun	2.2 Aa	2.6 Aa	1.5 Ab
Total de abril	78.7	77.0	76.2
Total de maio	70.5	73.5	78.3
Total de junho	69.5	63.6	61.9

NOTA: * Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey 5%

4.4 CONCLUSÕES

O maior acúmulo de massa de rizomas de gengibre ocorre a partir de maio em duas procedências e, portanto a colheita pode ser antecipada na região para a produção de rizomas de gengibre para o mercado *in natura*.

O teor de óleo essencial de rizomas de gengibre colhidos no mês de abril é superior em relação aos meses de maio e junho.

Para maior produtividade de óleo essencial de gengibre, a colheita pode ser realizada em maio em duas procedências.

Os constituintes geranial, geraniol, neral e acetato de geranila apresentaram teores majoritários para todas as procedências em todas as colheitas.

A colheita das procedências de gengibre pode ser antecipada para maio seja para fins de consumo *in natura* ou para a exploração comercial do óleo essencial.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N.G.; ELPO, E.R.; GIROTTI, A. Aspectos Econômicos da Cultura do Gengibre SAFRA 2007/2008. Estado do Paraná - Secretaria da Agricultura e do Abastecimento SEAB. Departamento de Economia Rural - **Análise da Conjuntura Agropecuária**, 2007.

Disponível em: <http://www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral.Prognosticos/gengibre_2007_08.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2007.

AMEENAH, G.F. Essential oil composition of Zingiberaceae species from Mauritius. **Journal of Essential Oil Research**. v. 14, n. 4, p. 271-273. 2002.

ASSIS, F. ASSITAT versão 7,4 beta. **UAEA-CTRN-UFCG**. Campina Grande. 2007. Disponível em:<<http://assistat.sites.uol.com.br>>. Acesso em: 21 nov. 2007.

BALLADIN, D. A. ; HEADLEY, O. ; CHANGYEN, I. ; DUNCAN, E.J. ; MCGAW, D.R. Comparison of the histology of (I) fresh, (II) solar dried and (III) solar dried/steam distilled ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) rhizome tissue prior to the extraction of its pungent principles. **Renewable Energy**. v. 17, p. 207-211. 1999. et al.

BANDEIRA-PEREIRA, R.C.; SILVA, A.J.R.; BARBOSA, A.L.S.; SABAA-SRUR, A.U.O. Obtenção de óleo essencial e oleoresina de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) por arraste com vapor e extração com solvente. **Revista Universitária Rural Ser Companhia da Vida**. v. 27, n. 1. 2007.

BULLETIN, Ginger: Its role in xenobiotic metabolism. **ICMR BULLETIN**. v. 33, n. 6, p. 57-63. 2003.

CECILIO FILHO, A.B. Época e densidade de plantio na produção da cúrcuma. **Ciência Rural**. v. 34, n. 4, p. 1021-1026. 2004.

DEVIDE, A.C.P.; MARCHIORI, A.; CASTRO, A.M.; LIMA, N.A.; CASTILHO, A.M.C.; RIBEIRO, R.L.D.. Diagnóstico da produção de gengibre (*Zingiber officinale*) do litoral

norte de São Paulo: tecnologia, socioeconomia, cultura e ambiente. **Revista Universitária Rural, Série Ciência da Vida**. Seropédica, EDUR, v. 24, n. 1, p. 51-55. 2004.

ELPO, E.R.S.E.; NEGRELLE, R.R.B. Cadeia produtiva do Gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) no estado do Paraná: análise e recomendações para melhoria da qualidade, **Scientia Agrária**. v.7, n.1-2, p.121-122, 2006.

_____; _____. Produção de gengibre no município de Morretes, Paraná. **Scientia Agraria**, v.9, n.2, p.211-217, 2008.

EMBRAPA. **Série Plantas Medicinais, Condimentares e aromáticas: Gengibre**. 2006.

FERNANDES, J.M. **Revisão Bibliográfica do Gengibre (Zingiber officinale Roscoe)**. Artigo. Educação Ambiental em Ação. n. 17, 2006. Disponível em: <<http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo+414&class+19>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

GEIGER, J.L. The essential oil of ginger, *Zingiber officinale* and anaesthesia. **International Journal of Aromatherapy**, v. 15. n. 1, p. 7-14. 2005.

KOROCH, A.; RANARIVELO, L.; BEHRA, O.; JULIANI, H.R.; SIMON, J.E. Quality Attributes of Ginger and Cinamon Essential Oils from Madagascar. **Botanical and Medicinals**. Janick and A Whipkey ed. ASHS Press, Alexandria, 2007.

LAMAS, A.M. **Floricultura tropical: tecnologia de produção**. Curso: Floricultura tropical. Técnicas de Cultivo, 2004. Disponível em: <<http://75.152.3?~floriur/Curso%20Floricultura%20Tropical%20-%20vs%29Nov-2004.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2008.

LORENZETTI, E.R. Cultivo de gengibre. p. 18. **Universidade Estadual de Maringá**. Disponível em: <<http://br.geocities.com/horticultura1/Cultivogengibre>>. Acesso em: 06 ago. 2008.

MACHADO, G.C.; CORRÊA, C.C.; ELPO, E.R.S.; NEGRELLE, R.R.B.; SARRAGIOTTO, M.H.; COSTA, W.F. Composição química de amostras de gengibre (*Zingiber officinale*) de cultivo convencional e orgânico. **Sociedade Brasileira de Química**, SBQ, 26ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2003.

MARCHESE, J.A. e FIGUEIRA, G.M. Uso de tecnologias pré e pós-colheita e boas práticas agrícolas na produção de plantas medicinais e aromáticas. **Revista brasileira de plantas medicinais**. v.7, n.3, p.86-96, 2005.

MENDES, M.O. Agricultura e agropecuária: gengibre cultivo e produção. **Resposta Técnica – TECPAR**. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2005. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso: 21. fev. 2008.

MENEZES JR., A. **Gengibre – *Zingiber officinale***. Artigo sobre Fitoterapia. 2004. Disponível em: <http://www.jperegrino.com.br/Fitoterapia/gengibre_1.htm>. Acesso em: 20 fev. 2008.

NEGRELLE, R.R.B.; ELPO, E.R.S.; RUCHER, N.G.A. Análise prospectiva do agronegócio gengibre no estado do Paraná. **Horticultura Brasileira**. v. 23, n.4, p.1002-1028. 2005.

ONYENEKWE, P.C. & HASHIMOTO, S. The composition of the essential oil of dried Nigerian ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Eur Food Res Technology*. 209 :407–410. 1999.

SACCHETTI, G. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. **Food Chemistry**. v. 91, p. 621–632. 2004.

SANTOS, E.S.; CAZÉ FILHO, J.; LACERDA, J.T.; CARVALHO, R.A. Inhame (*Dioscorea sp*): Tecnologias de produção e preservação ambiental. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**. v. 1, n. 1, p.31-36, p. 33, 2007.

SILVA, N.A. ; OLIVEIRA, F.F. ; COSTA, L.C.B. ; BIZZO, H.R. ; OLIVEIRA, R.A. Caracterização química do óleo essencial da erva cidreira (*Lippia alba* (Mill. N.E.BR.) cultivada em Ilhéus na Bahia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 8, n. 3, p. 52-55. 2006.

SUKLA, Y. Câncer preventive properties of ginger. A brief review Food and Chemical Toxicology, **Science Direct Elsevier Ltd.** v. 45, n. 5, p. 683-690. 2007.

WOHLMUTH, et al. Essential Oil Composition of Diploid and Tetraploid Clones of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Grown in Austrália. J. Agric. Food Chem., Vol. 54, No. 4, 2006.

YOSHIKAWA, M.; YAMAGUCHI, S.; KUMINI, K. Stomatic principles in ginger. III. Na anti-ulcer principle, 6-gingesulfonic acid, and three monoacyldigalactosylglycerols, gingerglycolipides A,B and C, from Zingiber Rhizome originating in Taiwan. **Chinese Pharmacological Bulletin**, v. 42, p.1226-1230. 1994.

ZARATE, R. Studies of the cellular localization of the phenolic pungent principle of ginger, *Zingiber officinale* Roscoe. **New Phytologie**, v. 126, p. 295-300. 1994.

ZHOU, H.; DENG, Y.; XIE, Q. The modulatory effects of the volatile oil of ginger on the cellular immune response in vitro and in vivo in mice. **Journal of Ethopharmacology**. V. 105, p. 301-305. 2006.

5 CAPÍTULO IV CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho avaliou-se o rendimento e composição do óleo essencial do rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe, em cinco períodos de secagens a temperatura ambiente e três épocas de colheitas, buscando conhecer melhor o desenvolvimento vegetativo da espécie e, como consequência, obter uma maior produtividade de óleo essencial.

A necessidade deste estudo surgiu em função da falta de informações sobre o rendimento e a composição do óleo essencial desta espécie, na região de Morretes. Este possibilitaria, a partir do conhecimento, novos mercados com maiores ganhos para o produtor e para a comunidade envolvida na extração e comercialização do óleo essencial já conhecido pelo mercado mundial, sendo utilizado pelas indústrias alimentícias, farmacêuticas e de cosméticos.

A secagem de gengibre em temperatura ambiente por até 60 dias não resultou em diminuição de rendimento de óleo essencial em todas as procedências. O geranial e o neral apresentaram maior concentração em todas as procedências e aumentaram seus teores com os períodos de secagem. O eucaliptol, canfeno e β -felandreno apresentaram-se estáveis nas procedências com diminuição durante os períodos de secagem. O geraniol, acetato de geranila e zingibereno se apresentaram estáveis nas procedências.

Nas colheitas do mês de abril o rendimento do óleo essencial foi muito significativo, pois sua massa vegetal em formação permitiu a liberação de partículas de óleo essencial mais fácil comprovando o efeito do óleo essencial no papel contra herbivoria, ataque de patógenos e competição entre plantas, porém, a produtividade é baixa por ter rizomas menos desenvolvidos.

Na colheita de junho, quando a planta está no seu ponto de maturação, com desenvolvimento de massa vegetal mais acentuada o conteúdo do óleo essencial foi menor quanto quantificado no rendimento da massa seca ($\mu\text{L.g}^{-1}$ massa seca), porém quanto a quantificação foi realizada com a produtividade (L.ha^{-1}) este rendimento se apresenta superior, permitindo um melhor rendimento no total.

Com referência à composição do óleo essencial, os 23 compostos identificados para todas as extrações, nove apresentaram-se majoritários.

O geranial apresentou maior concentração para as procedências avaliadas, seguido do neral e geraniol. Durante as colheitas, devido ao ciclo vegetativo do

gengibre, o canfeno, beta-felandreno, eucaliptol e zingibereno apresentaram acréscimo, bem como o beta-felandreno, o zingibereno e o beta-bisabolol. O acetato de geranila e o beta bisabolenol apresentaram decréscimo, bem como o eucaliptol e acetato de geranila em 2007.

Há forte presença do citral, mistura dos isômeros: geranial e neral no óleo essencial do rizoma de gengibre. Estes compostos podem ser isolados e utilizados pela indústria de perfumes e de alimentos como matéria-prima na síntese de vitamina A e β -caroteno. Ainda, o geranial e neral podem ser transformados em geraniol e nerol que tem alto preço no mercado pelas indústrias por possuírem odor de rosa e laranja.

Este estudo não é conclusivo no que diz respeito ao efeito do ciclo vegetativo do rizoma de gengibre e na produção de óleo essencial, visto que vários fatores interferem na composição química destes, onde se percebeu que épocas de colheita e períodos de secagem modificaram a quantidade dos componentes do óleo essencial.

ANEXOS

ANEXO 1. Laudo oficial de exame Fitopatológico realizado pelo Centro de Diagnóstico “Marcos Enrietti” — Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Fiscalização e de defesa Agropecuária - Estado do Paraná.

LAUDO OFICIAL		
PROTOCOLO Nº 2263/07		
Proprietário: não citado		
Endereço: não citado		
Município: não citado	CEP:	
Telefone: Ramaql 5752 ou 5687		
Remetente: Prof. Dr. Cícero Deschamps	CREA/PR:	CIF:
Endereço: UFPR – setor de Ciências Agrárias		
Material Enviado: Rizomas	Amostra nº: 01	
Espécie: Gengibre	Cultivar: não citado	
Exame: Fitopatológico	Entrada: 18/05/2007	
RESULTADO Presença dos fungos <i>Fusarium</i> sp/ <i>Rhizoctonia</i> solani causando lesões dos rizomas associados à podridão causada por <i>Erwinia</i> spp com presença de larvas de moscas no material em decomposição.		
A presente análise tem seu valor restrito somente à amostra entregue no CDME 1ª VIA REMETENTE 2ªVIA DEFIS 3ªVIA LABORATÓRIO Saída: 18/05/2007		
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div> <p style="margin: 0;">TÉCNICO RESPONSÁVEL</p> <p style="margin: 0;">Engº. Agrº M. Sc. Milton Vasconcelos Guedes</p> <p style="margin: 0;">CREA-SP/PR nº 71.735-D Visto nº 3681-V</p> </div> </div>		

ANEXO 2. Análise de variância de rendimento de óleo essencial ($\mu\text{L.g}^{-1}$ massa seca) do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) de procedências após períodos de secagem.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	4	180.35	45.09	13.65**
Fator 2 (F2)	4	261.90	65.48	19.82**
Int. F1xF2	16	204.00	12.75	3.86**
Tratamentos	24	646.24	26.93	8.15**
Resíduo	75	247.79	3.30	
Total	99	894.03		
Coeficiente de Variação: 14.99 %				

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos pós-colheita

ANEXO 3. Análise de variância de massa seca total (g) de rizomas de três procedências de gengibre, em função das três épocas de colheita, do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	4442.07	2221.04	1.89 ns
Fator 2 (F2)	2	672537.52	336268.76	286.60 **
Int. F1xF2	4	42459.18	10614.80	9.05 **
Tratamentos	8	719438.77	89929.85	76.65 **
Resíduo	27	31679.64	1173.32	
Total	35	751118.41		
Coeficiente de Variação: 10.16%				

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Épocas de colheita.

ANEXO 4. Análise de variância de rendimento de óleo essencial ($\mu\text{L. g}^{-1}$ massa seca) do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	120.40	60.20	23.99 **
Fator 2 (F2)	2	837.32	418.66	166.86 **
Int. F1xF2	4	110.54	27.64	11.01 **
Tratamentos	8	1068.26	133.53	53.22 **
Resíduo	27	67.75	2.51	
Total	35	1136.00		
Coeficiente de Variação: 10.33%				

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Épocas de colheita.

ANEXO 5. Análise de variância de rendimento de óleo essencial (L.ha^{-1}) de três procedências em três colheitas (abril, maio, junho de 2007) do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	4442.06	2221.03	123.45 **
Fator 2 (F2)	2	19281.56	9640.78	535.87 **
Int. F1xF2	4	670.28	167.57	9.31 **
Tratamentos	8	24393.89	3049.24	169.49 **
Resíduo	27	485.75	17.99	
Total	35	24879.64		
Coeficiente de Variação: 3.90%				

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Épocas de colheita.

ANEXO 6. Análise de variância da porcentagem de canfeno do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	10.61	5.31	4.13 **
Fator 2 (F2)	2	3.28	1.64	1.28 **
Int. F1xF2	4	42.55	10.64	8.27 **
Tratamentos	8	56.45	7.06	5.49 **
Resíduo	27	34.72	1.29	
Total	35	91.17		

Coeficiente de Variação: 48.77 %

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 7. Análise de variância da porcentagem de β -felandreno do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	4.67	2.34	15.83 **
Fator 2 (F2)	2	4.17	2.09	14.16 **
Int. F1xF2	4	8.89	2.22	15.06 **
Tratamentos	8	17.74	2.22	15.03 **
Resíduo	27	3.98	0.15	
Total	35	21.72		

Coeficiente de Variação: 22.51 %

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 8. Análise de variância da porcentagem de eucaliptol do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	0.13	0.07	0.23 ns
Fator 2 (F2)	2	9.93	4.96	17.47 **
Int. F1xF2	4	20.92	5.23	18.41 **
Tratamentos	8	30.97	3.87	13.63
Resíduo	27	7.67	0.28	
Total	35	38.64		

Coeficiente de Variação: 12.86 %

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 9. Análise de variância da porcentagem de neral do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	1.96	0.98	0.94 ns
Fator 2 (F2)	2	5.10	2.55	2.45 ns
Int. F1xF2	4	14.37	3.59	3.45 *
Tratamentos	8	21.43	2.68	2.57 *
Resíduo	27	28.09	1.04	
Total	35	49.52		

Coeficiente de Variação: 8.88 %

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 10. Análise de variância da porcentagem de geraniol do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	23.63	11.82	38.40 **
Fator 2 (F2)	2	106.12	53.06	175.11 **
Int. F1xF2	4	11.40	2.85	9.40 **
Tratamentos	8	141.16	17.64	58.23 **
Resíduo	27	8.18	0.30	
Total	35	149.34		

Coeficiente de Variação: 5.19 %

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 11. Análise de variância da porcentagem de geranial do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	3.33	1.67	1.23 ns
Fator 2 (F2)	2	153.98	76.99	56.83 **
Int. F1xF2	4	110.54	27.64	20.40 **
Tratamentos	8	267.86	33.48	24.72 **
Resíduo	27	36.58	1.36	
Total	35	304.43		

Coeficiente de Variação: 4.50 %

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 12. Análise de variância da porcentagem de acetato de geranila do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	4.80	2.45	5.06 *
Fator 2 (F2)	2	412.40	206.20	426.70 **
Int. F1xF2	4	38.43	9.61	19.88 **
Tratamentos	8	455.72	56.87	117.88 **
Resíduo	27	13.05	0.48	
Total	35	468.77		

Coeficiente de Variação: 8.02 %

Nota: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 13. Análise de variância da porcentagem de zingibereno do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	2.13	1.07	3.15 ns
Fator 2 (F2)	2	27.68	13.84	40.92 **
Int. F1xF2	4	6.98	1.75	5.16 **
Tratamentos	8	36.80	4.60	13.60 **
Resíduo	27	9.13	0.34	
Total	35	45.94		

Coeficiente de Variação: 12.47 %

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 14. Análise de variância da porcentagem de β -bisaboleno do óleo essencial de três procedências em três épocas de colheita do experimento monitoramento do rendimento e composição do óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) em diferentes épocas de colheitas.

Fatores de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F Observado
Fator 1 (F1)	2	0.64	0.32	1.96 ns
Fator 2 (F2)	2	10.53	5.26	31.99 **
Int. F1xF2	4	7.01	1.75	10.65 **
Tratamentos	8	18.18	2.72	13.81 **
Resíduo	27	4.44	0.16	
Total	35	22.63		

Coeficiente de Variação: 15.51%

NOTA: ** significativo a 1% de probabilidade; * significativo a 5% de probabilidade; ns não significativo. Fator 1 Procedências, Fator 2 Períodos de colheita.

ANEXO 15 – Laudo de análise de solo dos produtores de gengibre, Morretes Paraná.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E
ENGENHARIA AGRÍCOLA

Solicitante: CÍCERO

Tel 9915-5484

Endereço:

Cidade: MORRETES

Estado: PR

Cep:

CERTIFICADO N 8355

LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO - ROTINA + FRAÇÃO ARGILA

Data: 2/5/2006

Nº LAB	Identificação da Amostra	pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg	Argila
		CaCl ₂	SMP	cmol/dm ³							mg/dm ³		g/dm ³	%	%		g/kg
40685	AM. 5 - 0-20CM	6,00	6,70	0,00	3,00	5,50	2,60	0,61	8,71	11,71	105,00	-	18,4	74	0	2,1	325,0



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E
ENGENHARIA AGRÍCOLA

Solicitante: MARIO SHINGO

Tel 9915-5484

Endereço:

Cidade: MORRETES

Estado: PR

Cep:

CERTIFICADO N 8358

LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO - ROTINA + FRAÇÃO ARGILA

Data: 2/5/2006

Nº LAB	Identificação da Amostra	pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg	Argila
		CaCl ₂	SMP	cmol/dm ³							mg/dm ³		g/dm ³	%	%		g/kg
40688	AM.01 - 0-20CM	5,20	6,10	0,00	4,60	7,10	3,30	0,51	10,91	15,51	75,00	-	23,2	70	0	2,2	350,0
40689	AM.03 - 0-20CM	5,10	6,20	0,00	4,30	6,50	3,10	0,39	9,99	14,29	47,60	-	23,8	70	0	2,1	425,0



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E
ENGENHARIA AGRÍCOLA

Solicitante: PACÍFICO

Tel 9915-5484

Endereço:

Cidade: MORRETES

Estado: PR

Cep:

CERTIFICADO N 8356

LAUDO DE ANÁLISE DE SOLO - ROTINA + FRAÇÃO ARGILA

Data: 2/5/2006

Nº LAB	Identificação da Amostra	pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	T	P	S	C	V	m	Ca/Mg	Argila
		CaCl ₂	SMP	cmol/dm ³							mg/dm ³		g/dm ³	%	%		g/kg
40686	AM.04 - 0-20CM	5,60	6,30	0,00	4,00	6,30	2,90	0,90	10,10	14,10	114,00	-	24,5	72	0	2,2	475,0